



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103930971 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201280055868. 0

(22) 申请日 2012. 09. 28

(30) 优先权数据

61/540, 817 2011. 09. 29 US

13/627, 547 2012. 09. 26 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 05. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/057829 2012. 09. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/049511 EN 2013. 04. 04

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 巴拉拉贝·N·穆罕默德

约翰·W·莱恩

麻里乌斯·J·格雷戈尔

丹·约瑟夫·希利

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 徐金国 赵静

(51) Int. Cl.

H01L 21/205(2006. 01)

H01L 21/66(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2010/0000608 A, 2010. 01. 07,

CN 101839737 A, 2010. 09. 22,

CN 101127296 A, 2008. 02. 20,

JP 特开平 8-335118 A, 1996. 12. 17,

US 5944048 A, 1999. 08. 31,

审查员 陈慧玲

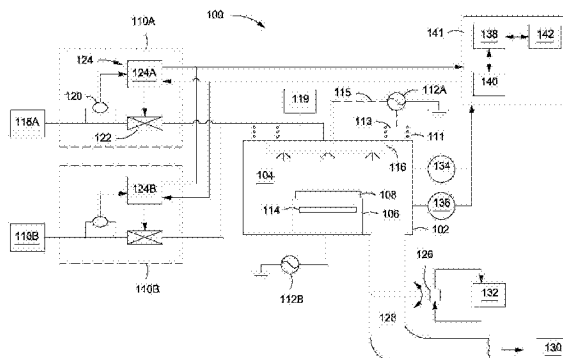
权利要求书3页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

用于流量控制器的原位校正的方法

(57) 摘要

在此提供用于流量控制器的原位校正的方法和设备。在一些实施例中,流动气体的方法包含以下步骤:提供流量控制器,所述流量控制器经配置以:基于计算出的第一关系,提供具有第一数值的流量的第一气体,所述第一关系通过使用标准气体来确定;从处于流量控制器的相对应的多个数值的设定点而确定的第一气体的多个数值的流量中,确定对于第一气体的流量和设定点之间的实际的第一关系,其中所述多个数值的每一数值的流量从将第一气体流动经过处在所述多个数值的相对应的数值的设定点的流量控制器来确定;及基于实际的第一关系,流动具有第一数值的流量的第一气体。



1. 一种对流量控制器进行原位校正的方法, 所述流量控制器耦合至处理腔室, 所述方法包含以下步骤:

提供流量控制器, 所述流量控制器经配置以: 当基于计算出的第一关系而设定为第一数值的设定点时, 提供具有第一数值的流量的第一气体, 所述计算出的第一关系通过使用不同于所述第一气体的标准气体来确定;

从处于所述流量控制器的相对应的多个数值的设定点而确定的所述第一气体的多个数值的流量中, 确定对于所述第一气体的流量和设定点之间的实际的第一关系, 其中所述多个数值的流量中每一数值的流量是从将所述第一气体流动经过处于所述多个数值的设定点中相对应的数值的设定点的所述流量控制器来确定的; 及

基于所述实际的第一关系, 从所述流量控制器流动具有所述第一数值的流量的所述第一气体。

2. 如权利要求1所述的方法, 其中用于所述第一气体的所述多个数值的流量是由耦合至所述处理腔室的校正装置来确定的。

3. 如权利要求2所述的方法, 其中使用所述校正装置来确定用于所述第一气体的所述多个数值的流量的步骤进一步包含以下步骤:

对于处于所述多个数值的设定点中每一相对应的数值的设定点的所述第一气体, 测量压力上升的速率; 及

从处于所述多个数值的设定点中每一相对应的数值的设定点的所述压力上升的速率, 确定用于所述第一气体的所述多个数值的流量中每一数值的流量。

4. 如权利要求1所述的方法, 其中确定所述计算出的第一关系的步骤进一步包含以下步骤:

从用于所述标准气体的多个数值的流量和所述流量控制器的相对应的多个数值的设定点中, 确定对于所述标准气体的流量和设定点之间的实际的第二关系; 及

运用气体校正因子以调整所述实际的第二关系, 用于与所述第一气体一同使用以形成所述计算出的第一关系。

5. 如权利要求4所述的方法, 其中基于所述实际的第一关系从所述流量控制器流动具有所述第一数值的流量的所述第一气体的步骤进一步包含以下步骤:

确定第二数值的设定点, 所述第二数值的设定点不同于所述第一数值的设定点, 所述第一数值的设定点基于所述实际的第一关系, 产生用于所述第一气体的所述第一数值的流量; 及

将所述第二数值的所述设定点作为输入数值应用于计算出的第一关系以提供输出数值, 所述输出数值等于: 来自所述流量控制器的所述第一气体的所述第一数值的流量。

6. 如权利要求4所述的方法, 其中基于所述实际的第一关系从所述流量控制器流动具有所述第一数值的流量的所述第一气体的步骤进一步包含以下步骤:

利用在所述流量控制器上的所述实际的第一关系来替换所述计算出的第一关系; 及

基于所述实际的第一关系, 将所述流量控制器设定至所述第一数值的设定点, 以从所述流量控制器流动具有所述第一数值的流量的所述第一气体。

7. 一种用于处理基板的设备, 所述设备包含:

处理腔室, 所述处理腔室具有处理空间;

第一流量控制器,所述第一流量控制器耦合至所述处理腔室以提供第一气体至所述处理空间,其中所述第一流量控制器经配置以:当基于计算出的第一关系而设定为第一数值的设定点时,提供具有第一数值的流量的所述第一气体,所述第一关系通过使用不同于所述第一气体的标准气体来确定;及

控制器,所述控制器耦合至所述处理腔室,并且所述控制器包含计算机可读取媒体,所述计算机可读取媒体具有存储于所述计算机可读取媒体上的指令,当所述指令由所述控制器执行时,使得用于将气体流动进入所述处理空间的第一方法被执行,所述方法包含以下步骤:

从处于所述第一流量控制器的相对应的多个数值的设定点而确定的所述第一气体的多个数值的流量,确定对于所述第一气体的流量和设定点之间的实际的第一关系,其中所述多个数值的流量中每一数值的流量是从将所述第一气体流动经过处于所述多个数值的设定点中相对应的数值的设定点所述第一流量控制器来确定的;及

基于所述实际的第一关系,从所述第一流量控制器流动具有所述第一数值的流量的所述第一气体。

8.如权利要求7所述的设备,所述设备进一步包含:

校正装置,所述校正装置在所述第一流量控制器和所述处理空间之间耦合至所述设备,以确定用于所述第一气体的所述多个数值的流量。

9.如权利要求7所述的设备,其中所述第一流量控制器包含第一位置控制器,所述第一位置控制器具有计算机可读取媒体,所述计算机可读取媒体具有存储于所述计算机可读取媒体上的指令,当所述指令由所述第一位置控制器执行时,使得所述第一位置控制器执行用于将气体流动进入所述处理空间的第二方法,包含以下步骤:

将所述计算出的第一关系应用于输入数值的设定点,以将具有相对应的输出数值的流量的所述第一气体流动进入所述处理空间,其中所述设定点控制所述第一流量控制器的可调整的阀的位置。

10.如权利要求7所述的设备,其中所述控制器包含附加指令,所述附加指令关于在所述第一方法中,基于所述实际的第一关系从所述流量控制器流动具有所述第一数值的流量的所述第一气体,所述附加指令进一步包含:

利用在所述第一流量控制器上的所述实际的第一关系来替换所述计算出的第一关系;及

基于所述实际的第一关系,将所述第一流量控制器设定至所述第一数值的设定点,以从所述第一流量控制器流动具有所述第一数值的流量的所述第一气体。

11.如权利要求7所述的设备,所述设备进一步包含:

第二流量控制器,所述第二流量控制器耦合至所述处理腔室以提供第二气体至所述处理空间,其中所述第二流量控制器经配置以:当基于计算出的第二关系而设定为第二数值的设定点时,提供具有第二数值的流量的所述第二气体,所述计算出的第二关系通过使用不同于所述第二气体的标准气体来确定。

12.如权利要求11所述的设备,其中存储在所述控制器的所述计算机可读取媒体上的用于将气体流动进入所述处理空间的所述第一方法进一步包含以下步骤:

从处于所述第二流量控制器的相对应的多个数值的设定点而确定的所述第二气体的

多个数值的流量,确定对于所述第二气体的流量和设定点之间的实际的第二关系,其中所述多个数值的流量中每一数值的流量是从将所述第二气体流动经过处于所述多个数值的设定点中相对应的数值的设定点的所述第二流量控制器来确定的;及

基于所述实际的第二关系,从所述第二流量控制器流动具有所述第二数值的流量的所述第二气体。

13.如权利要求12所述的设备,其中所述第二流量控制器包含第二位置控制器,所述第二位置控制器具有计算机可读取媒体,所述计算机可读取媒体具有存储于所述计算机可读取媒体上的指令,当所述指令由所述第二位置控制器执行时,使得所述第二位置控制器执行用于将气体流动进入所述处理空间的第二方法,包含以下步骤:

将所述计算出的第二关系应用于输入数值的设定点,以将具有相对应的输出数值的流量的所述第二气体流动进入所述处理空间。

14.如权利要求12所述的设备,其中所述控制器包含附加指令,所述附加指令关于确定所述计算出的第二关系,其中所述附加指令进一步包含:

从用于所述标准气体的多个数值的流量和所述流量控制器的相对应的多个数值的设定点中,确定对于所述标准气体的流量和设定点之间的实际的标准关系;及

运用第二气体校正因子以调整所述实际的标准关系,用于与所述第二气体一同使用以形成所述计算出的第二关系。

15.如权利要求14所述的设备,其中在所述第一方法中,基于所述实际的第二关系从所述第二流量控制器流动具有所述第二数值的流量的所述第二气体的步骤进一步包含以下步骤:

利用在所述第二流量控制器上的所述实际的第二关系来替换所述计算出的第二关系;及

基于所述实际的第二关系,将所述第二流量控制器设定至所述第二数值的设定点,以从所述第二流量控制器流动具有所述第二数值的流量的所述第二气体。

用于流量控制器的原位校正的方法

[0001] 领域

[0002] 本发明的实施例一般性地涉及用于基板处理的方法和设备,且特别地涉及用于流量控制器的原位校正的方法和设备。

[0003] 背景

[0004] 流量控制器可被使用以供给工艺气体至处理腔室的处理空间。流量控制器典型地于安装在处理腔室上之前由制造者使用标准气体来校正。发明人提供用于流量控制器的原位校正(in-situ calibration)的改善的方法。

发明内容

[0005] 在此提供一种用于流量控制器的原位校正的方法和设备。在一些实施例中,耦合至处理腔室的流量控制器的原位校正的方法可包含以下步骤:提供流量控制器,流量控制器经配置以:当基于计算出的第一关系而设定为第一数值的设定点时,提供具有第一数值的流量的第一气体,第一关系由使用不同于第一气体的标准气体来确定;从处于流量控制器的相对应的多个数值的设定点而确定的第一气体的多个数值的流量中,确定对于第一气体的流量和设定点之间的实际的第一关系,其中多个数值的每一数值的流量是从将第一气体流动经过处在多个数值的相对应的数值的设定点的流量控制器来确定的;及基于实际的第一关系,从流量控制器流动具有第一数值的流量的第一气体。

[0006] 在一些实施例中,一种用于处理基板的设备可包含:处理腔室,处理腔室具有处理空间;及第一流量控制器,第一流量控制器耦合至处理腔室以提供第一气体至处理空间,其中第一流量控制器经配置以:当基于计算出的第一关系而设定为第一数值的设定点时,提供具有第一数值的流量的第一气体,第一关系由使用不同于第一气体的标准气体来确定;及控制器,控制器耦合至处理腔室,其中控制器进一步包含:计算机可读取媒体,计算机可读取媒体具有存储于所述计算机可读媒体上的指令,当指令由控制器执行时,使得用于将气体流动进入处理空间的第一方法被执行,所述方法包含以下步骤:从处于第一流量控制器的相对应的多个数值的设定点而确定的第一气体的多个数值的流量中,确定对于第一气体的流量和设定点之间的实际的第一关系,其中多个数值的每一数值的流量从将第一气体流动经过处在多个数值的相对应的数值的设定点的第一流量控制器来确定;及基于实际的第一关系,从第一流量控制器流动具有第一数值的流量的第一气体。

[0007] 在一些实施例中,监控耦合至处理腔室的流量控制器的方法可包含以下步骤:在第一时间处监控流量控制器的第一零点偏移(zero offset);在第一时间之后的第二时间处,监控流量控制器的第二零点偏移;及若累加的零点漂移(zero drift)超过:流量控制器的全部的流量范围的大约百分之十(10percent),发出服务警告,其中累加的零点漂移是第一零点偏移和第二零点偏移的总和。

[0008] 在一些实施例中,监控耦合至处理腔室的流量控制器的方法可包含以下步骤:监控第一时间,在第一时间期间流量控制器进行操作;监控第二时间,在第二时间期间流量控制器进行操作;及若累加的工作寿命(operating lifetime)超过第一临界数值,发出服务

警告,其中累加的工作寿命是第一时间和第二时间的总和。

[0009] 在一些实施例中,监控耦合至处理腔室的流量控制器的方法可包含以下步骤:在第一时间区间(period)中于第一时间间隔(interval)处,取样流量控制器的温度数值;及若从取样的温度数值中所计算出的标准差(standard deviation)对于流量控制器的设定的温度数值超过临界数值,发出服务警告。

[0010] 在一些实施例中,监控耦合至处理腔室的流量控制器的方法可包含以下步骤:利用第一取样率来取样:从位置控制器至流量控制器的可调整的阀的输出信号的数值;及若从取样的输出信号的数值中计算出的标准差对于输出信号的稳态设定点超过临界数值,发出服务警告。

[0011] 在一些实施例中,监控耦合至处理腔室的流量控制器的方法可包含以下步骤:在流量控制器处于第一流量的情况下,在第一时间处监控流量控制器的第一参数或处理腔室的第二参数的至少一个的第一数值;在流量控制器处于第一流量的情况下,在第一时间之后的第二时间处监控:流量控制器的第一参数或处理腔室的第二参数的所述至少一个的第二数值;及从第一数值和第二数值的比较中,确定流量控制器或处理腔室的部件的至少一个的状态。

[0012] 在一些实施例中,监控耦合至处理腔室的流量控制器的方法可包含以下步骤:在流量控制器处于第一流量的情况下,在相对应的多个时间中,监控流量控制器的第一参数或处理腔室的第二参数的至少一个的多个数值;从多个数值的两个或更多个数值的比较中,确定流量控制器或处理腔室的部件的至少一个的状态;及基于所述比较,设定流量控制器的第一参数或处理腔室的第二参数的所述至少一个为新的数值。

[0013] 本发明的其它和另外的实施例于后文中描述。

[0014] 附图简要说明

[0015] 本发明的实施例(简短地于上文中概括且于下文中更为详细地讨论)可通过参照描绘在附图中的本发明的示例说明性的实施例而理解。然而,注意到附图仅示例说明此发明的典型的实施例,因而不被认为限制本发明的范围,对于本发明可容许其它的同等的实施例。

[0016] 图1描绘根据本发明的一些实施例的基板处理系统。

[0017] 图2描绘根据本发明的一些实施例的用于耦合至处理腔室的流量控制器的原位校正的方法的流程图。

[0018] 为了促进理解,在可能的情况中已使用相同的元件符号,以指定给各图共享的相同的元件。图并未按照尺寸来绘制,并可加以简化以为了达到清楚的目的。考虑到一个实施例的元件和特征可被有利地并入其它的实施例中,而无需进一步的详述。

[0019] 具体描述

[0020] 在此公开一种用于基板处理的方法和设备。本发明的方法和设备可有利地提供流量控制器的较宽广的流量的范围,同时维持流量的准确性,每一流量控制器的仪器上校正、对于校正算法的远程更新的能力及流量控制器的状况监控。本发明的方法和设备进一步有利地限制仪器的停机时间(例如通过使用远程更新),及通过使用流量控制器的状况监控来减少由于设备故障所造成的成本。本发明的方法和设备的其它和另外的优点于后文中讨论。

[0021] 图1描绘根据本发明的一些实施例的基板处理系统100。基板处理系统100可包含处理腔室102,处理腔室具有处理空间104。基板支撑件106可被设置在处理空间104中,以在基板处理系统100中进行处理期间支撑基板108。处理腔室102可为用于同时地处理基板及/或多个基板的任何适当的处理腔室。举例而言,处理腔室102可经配置以用于化学气相沉积(chemical vapor deposition(CVD))、原子层沉积(atomic layer deposition(ALD))、物理气相沉积(physical vapor deposition(PVD))、金属化学气相沉积(MCVD)、覆盖的深次-微米(deep sub-micron)化学气相沉积(blanket DSM-CVD)或任何适当的等离子体或非等离子体(non-Plasma)的促成(enabled)或增强(enhanced)的工艺的一种或多种,例如蚀刻、沉积、清洗或类似工艺。基板支撑件106可为:任何适当的基板支撑件,所述基板支撑件用于与处理腔室102的任何适当的配置一同使用。基板支撑件106可包含基座、真空夹具、静电夹具或类似物的一或多个,以及基板支撑件106可包含部件114,例如加热器、RF电极、升降杆组件或类似物的一或多个。

[0022] 系统100可包含一或多个处理源以提供一或多个工艺参数至处理空间104。举例而言,工艺参数可包含:RF功率的大小、工艺气体的流量、腔室部件的温度、腔室压力、前级管线压力(foreline pressure)、基座背部压力、工艺气体种类、工艺气体温度、基座温度、基座位置、基板加热器功率电平、排气阀加热器功率电平或类似参数。举例而言,所述一或多个工艺参数可由处理源来提供,所述处理源例如一或多个流量装置、一或多个射频(RF)功率源、基板加热器、排气阀加热器或类似物。

[0023] 举例而言,一或多个流量装置110可耦合至气体入口116以提供一或多种工艺气体至处理空间104。气体入口116可为任何适当的入口或用于利用所欲的方式(例如进入在基板108上方的处理空间104的区域、被导引朝向基板108、被导引横越基板108的表面或类似方式)提供一或多个工艺气体至处理空间104的入口。举例而言,气体入口116可为喷头(如同所显示)、气体注射器、喷嘴或类似物的一或多个。虽然示例说明在图1中为设置在基板支撑件106的上方,气体入口116可被设置(替代性地或相组合地)在处理腔室102的侧壁或底部中、或被设置在处理腔室内(例如相邻于基板支撑件106)。一或多个流量装置110的每一个可耦合至多个气体源118中的一或多个。举例而言,多个气体源118可为气体面板(gas panel)的部分或类似物,其中每一流量装置110控制工艺气体从相对应的气体源118到气体入口116的流动。

[0024] 一或多个RF功率源可被使用以提供RF功率至处理系统100的各个部分,例如处理空间104,以从工艺气体,或一些其它的气体,或流动进入处理空间104或流动至基板支撑件106的气体,或类似物中形成等离子体。举例而言,第一RF功率源112A和第二RF功率源112B被描绘在图1中。第一RF功率源112A和第二RF功率源112B共同地在此意指为:一或多个RF功率源112、或RF功率源112。每一RF功率源一般性地包含:RF产生器和匹配电路,匹配电路被使用以将RF产生器的阻抗与等离子体匹配。一或多个RF功率源可耦合至基板处理系统100中的各种元件。

[0025] 第一RF功率源112A可被利用以促进从一或多个工艺气体中形成等离子体。在一些实施例中,第一RF功率源112A可被设置在处理腔室102的盖或顶部的邻近处。举例而言,第一RF功率源112A可经配置以:将RF能量耦合至在处理腔室102内的一或多个工艺气体以形成等离子体。在一些实施例中,第一RF功率源112A可耦合至电极,例如一或多个感应线圈

111,感应线圈被设置在处理腔室102的顶部的上方,(举例而言)如同由虚线113所显示。可替代性地或相组合地,第一RF功率源112A可耦合至被设置在处理腔室的顶部中或在处理腔室的顶部附近的电极,例如气体入口116的传导部分,如同由虚线115所显示。第一RF功率源112A亦可(或替代性地)耦合至其它的适当的部件,以在所欲的位置中提供RF能量。虽然显示为:单一的RF源(例如112A)耦合至处理腔室102于顶部的邻近处,多个RF功率源可耦合至顶部于相同的电极处,或耦合至不同的电极。

[0026] 第二RF功率源112B可耦合至基板支撑件106,举例而言,以在处理期间提供基板偏压控制。如同在前文中所描述的类似,虽然显示为单一的RF源耦合至基板支撑件106,多个RF功率源可耦合至基板支撑件106于相同的电极处,或耦合至不同的电极。此外,或替代性地,其它的RF功率源112可耦合至处理腔室的其它的部件,例如被设置在处理腔室的侧壁中或在处理腔室的侧壁附近的电极(未显示出),或被设置在其它的所欲的位置的电极(未显示出),以将RF能量耦合至处理腔室,或耦合至被设置在处理腔室102中或流动进入处理腔室102的气体。

[0027] 一或多个流量装置110的每一个可为质量流量装置(mass flow device),例如质量流量控制器或类似物。举例而言,如同在图1中示例说明,一或多个流量装置110可包含:第一流量控制器110A和第二流量控制器110B。第一流量控制器110A可耦合至处理腔室102,以从第一气体源118A提供第一气体至处理空间104。第二流量控制器110B可耦合至处理腔室102,以从第二气体源118B提供第二气体至处理空间104。

[0028] 一或多个流量装置110的每一个可包含:传感器120和可调整的阀122,传感器和可调整的阀与位置控制器124相连通,以提供在传感器、可调整的阀和位置控制器之间的本地端的闭回路的控制。如同在图1中示例说明,位置控制器124可传送指令和接收来自系统控制器141的指令。举例而言,第一流量控制器110A包含第一位置控制器124A,第一位置控制器耦合至第一流量控制器110A的传感器120和可调整的阀122。举例而言,第二流量控制器110B包含第二位置控制器124B,第二位置控制器耦合至第二流量控制器110B的传感器120和可调整的阀122。传感器120可包含压力传感器或温度传感器的一或多个。每一位置控制器124A、124B可为控制器,控制器用于控制各个第一流量控制器110A和第二流量控制器110B的部件的每一个。举例而言,在操作中,传感器120可提供代表第一气体的压力或温度的一或多个的信号给控制器124A,以确定第一气体的流量,及控制器124A对于可调整的阀122进行调整,以维持所欲的流量。举例而言,每一位置控制器124A、124B可包含计算机处理单元(CPU)、存储器、辅助电路,及用于存储及/或执行方法及/或从系统控制器141或另一来源接收远程更新的类似物。

[0029] 示例说明于图1中的一或多个流量装置110仅为示例性的,及其它的实施例是可能的,例如直接与系统控制器相连通的传感器120和可调整的阀122,所述系统控制器例如为系统控制器141,而不具有内建的位置控制器,例如位置控制器124(未显示出)。

[0030] 系统100可进一步包含排气阀126,排气阀被设置在处理空间104和排气系统130的排气空间128之间。排气阀126可为任何适当的阀,所述任何适当的阀被使用在基板处理系统中,例如闸门阀、节流阀、蝶型阀、钟摆阀(pendulum valve)或类似物。排气阀126耦合至电动式驱动器(motorized drive)132,而控制排气阀126的位置。举例而言,排气阀126的位置改变可导致对于较低的压力区域的较多或较少的暴露,所述较低的压力区域例如在排气

空间128或类似物中。较低的压力区域可由任何适当的真空泵或类似的泵装置(未显示出)来产生,所述任何适当的真空泵或所述类似的泵装置耦合至排气区域128或排气系统130。

[0031] 在处理空间104中的压力可由一或多个压力计(pressure gauge)来监控。举例而言,第一压力计134可被使用以测量在处理空间104中的压力的第一范围。在一些实施例中,压力的第一范围可为大约1托至大约10托。第二压力计136可被使用以测量在处理空间中的压力的第二范围。压力的第二范围可不同于压力的第一范围,举例而言,第一压力计或第二压力计中的一个可为高压计,而另一个可为低压计。在一些实施例中,压力的第二范围可为大约10托至大约500托。第一压力计134和第二压力计136可为用于测量所欲的压力范围的任何适当的压力计,举例而言(例如)离子计(ion gauge)、热电偶计(thermocouple gauge)、电容表(capacitance gauge)、应变计(strain gauge)、派蓝尼真空计(Pirani gauges)或类似物。亦可提供额外的压力计(若有需要)以用于监控不同的压力范围。相较于在宽广的压力范围中使用单一的压力计,提供针对于特定的压力范围而调整(tune)的多个压力计可有利地促进处理系统的更为精确的控制。举例而言,压力计可被提供以监控排气空间128、基座的背部或类似物。

[0032] 如同在图1中所示例说明,第一压力计134和第二压力计136可直接地耦合至控制器141。类似地,电动式驱动器132可直接地耦合至控制器141并由控制器141所控制。如同示例说明于图1中的压力计134、136和电动式驱动器132的配置为一个示例性的实施例,其中系统控制器141可作用为压力控制器(未显示出),及/或者包含压力控制器(未显示出),以控制电动式驱动器132而改变排气阀的位置,以响应于在处理空间104中的压力(如同通过压力计134、136来监控)。可替代性地,可使用分离的压力控制器(未显示出),其中压力计134、136可耦合至分离的压力控制器,而非耦合至控制器141,及其中分离的压力控制器控制电动式驱动器132。

[0033] 控制器141包含中央处理单元(CPU)138、存储器140及用于CPU 138的辅助电路142,并且控制器141促进系统100的部件的控制,于是促进控制所述系统的方法,例如于后文中讨论的方法200。控制器141可为任何形式的一般性目的计算机处理器的一种,所述一般性目的计算机处理器可被使用于工业定型(industrial setting)中,以用于控制各种腔室和子处理器(sub-processors)。CPU 138的存储器或计算机可读取媒体140可为容易地获得使用的存储器(例如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、软盘、硬盘,或任何其它形式的数字存储器(本地端的或远程的))的一或多个。辅助电路142耦合至CPU 138以利用传统的方式来辅助处理器。这些电路包含:缓存器、电源、时钟电路、输入/输出电路和子系统及类似物。控制器141可包含电路及/或子系统,所述电路及/或子系统用于直接地控制流量装置、电动式驱动器、RF功率源、基板加热器、排气阀加热器、监控的压力计,及任何适当的电路及/或子系统,以直接地控制基板处理系统的各种部件。存储器140存储软件(源代码或目的代码),所述软件可被执行或调用以根据如同在此描述的本发明的实施例来控制系统100的操作。再者,控制器141可位于系统100的远程及/或远程地从设备控制器或类似物接收指令。举例而言,控制器141及/或设备控制器经由远程的通讯系统而远程地通讯至控制器141及/或系统100的各种部件,例如EtherCAT(用于控制自动化技术的以太网(Ethernet for Control Automation Technology))或类似物。

[0034] 图2描绘用于耦合至处理腔室的流量控制器的原位校正的方法200的流程图。方法

200(例如第一方法)可根据在前文中讨论的基板处理系统100的实施例而被描述于后文中。举例而言,用于执行方法200的指令可被存储在系统控制器141上,例如被存储在计算机可读取媒体上(作为存储器140的部分),或被存储在可被使用以控制基板处理系统100(本地端地或远程地)的任何控制器上。方法200可通过提供流量控制器(例如第一流量控制器110A)而开始于202处,所述流量控制器可经配置以:当基于计算出的第一关系而设定为第一数值的设定点时,提供具有第一数值的流量的第一气体,所述第一关系由使用不同于第一气体的标准气体来确定。如同在此所使用的,词汇“经配置以(configured to)”可意指为如同在此说明的“意欲于(intended to)”。举例而言,第一流量控制器110A可意欲于:当基于计算出的第一关系而设定为第一数值的设定点时,提供具有第一数值的流量的第一气体。然而,当基于计算出的第一关系而设定为第一数值的设定点时,第一流量控制器110A可并不必然地提供具有第一数值的流量的第一气体。

[0035] 举例而言,计算出的第一关系可由第一流量控制器110A的制造者在制造第一流量控制器110A期间来确定。从而,用于执行计算出的第一关系的指令可被存储在第一流量控制器110A上,例如被存储在计算机可读取媒体(所述计算机可读取媒体为位置控制器124A的部分)或类似物上。当指令(例如第二方法)由位置控制器124A执行时,第一流量控制器124A可运用计算出的第一关系至输入数值的设定点,以流动具有相对应的输出数值的流量的第一气体。

[0036] 举例而言,确定计算出的第一关系可包含以下步骤:从用于标准气体的多个数值的流量与第一流量控制器的相对应的多个数值的设定点中,确定对于标准气体的流量和设定点之间的实际的第二关系。举例而言,实际的第二关系可使用校正装置来确定,所述校正装置例如质量流量校验器或类似物。举例而言,压力上升的速率可针对于处于多个数值的每一相对应的数值的设定点的标准气体来测量,及然后标准气体的多个数值的每一数值的流量可从处于多个数值的每一相对应的数值的设定点的压力上升的速率来确定。举例而言,标准气体可为氮(N_2)。典型地,制造者可针对于数个设定点(大约3个设定点或更多个设定点)来测量压力上升的速率,及从处于每一相对应的设定点的压力上升的速率中,确定处于每一设定点的流量。处于相对应的多个设定点的标准气体的多个被确定的流量可拟合至一线段,以确定对于标准气体的实际的第二关系。气体校正因子(例如第一气体校正因子)然后可被使用以调整实际的第二关系,以用于与第一气体一同使用而形成计算出的第一关系。举例而言,当运用校正因子时,气体校正因子可为比例因子,比例因子改变拟合的线段的截距(intercept)。举例而言,气体校正因子可从第一气体的物理常数中计算出,物理常数例如密度、比热或类似常数。

[0037] 不幸地,发明人已发现到:计算出的第一关系并不对于处于第一流量控制器的第一数值的设定点的第一气体提供(虽然经配置以如此运作)第一数值的流量。举例而言,发明人已识别出:针对于计算出的第一关系的缺点可包含对于标准气体的实际的第二关系并不近似在第一流量控制器的全部的设定点范围中的线段,及另外地包含对于标准气体的实际的第二关系并不具有与对于第一气体在第一流量控制器的全部的设定点范围中被确定的相同关系一样的形状。从而,计算出的第一关系可能并不在于第一流量控制器的全部的设定点的范围中精确地提供第一气体的流量。在一些实施例中,准确性可通过使用多个流量控制器来改善,每一流量控制器经配置以提供:仅有设定点的全部范围的一部分。举例

而言,一个流量控制器可被使用以在设定点范围的较低的部分中提供低流量,而另一流量控制器可被使用以在设定点范围的较高的部分中提供高流量。然而,使用多个流量控制器为耗费成本的和占用空间的(space prohibitive)。从而,发明人已设计:用以校正第一流量控制器110A的原位方法(in-situ method)200,以使得第一流量控制器110A在第一流量控制器110A的全部的设定点的范围中,提供具有所欲的流量的第一气体。

[0038] 在204处,从处于第一流量控制器110A的相对应的多个数值的设定点而确定的多个数值的流量中,确定对于第一气体的流量和设定点之间的实际的第一关系。举例而言,多个数值的每一数值的流量可通过将第一气体流动经过处于多个数值的相对应的数值的设定点的流量控制器来确定。举例而言,第一气体可由第一气体源118A来提供,及第一气体可流动经过第一流量控制器110A,及然后转变流动方向至校正装置119以用于确定每一流量,而非流动至气体入口116。如同在图1中示例说明,校正装置119可在第一流量控制器110A和处理空间104之间耦合至系统100。校正装置119可为任何适当的校正装置,例如质量流量校验器、质量流量计、molbloc™流量元件或类似物。再者,校正装置119可利用任何适当的校正方法,例如原位的衰减速率(in-situ rate of decay)或类似方法。

[0039] 举例而言,在一些实施例中,使用校正装置119来确定用于第一气体的流量的多个数值包含以下步骤:对于处于第一流量控制器110A的多个数值的每一相对应的数值的设定点的第一气体,测量压力上升的速率,及从处于多个数值的每一相对应的数值的设定点的压力上升的速率,确定对于第一气体的多个数值的每一数值的流量。举例而言,可测量在许多设定点处的压力上升的速率,许多设定点例如10个设定点或更多个设定点,或用以确定对于第一气体在用于第一流量控制器110A的全部的设定点的范围中的流量的行为所必需的任何适当数目的设定点。

[0040] 举例而言,如同前文所讨论,一旦已对于每一相对应的数值的设定点,确定对于第一气体的多个数值的流量,则对于处于相对应的多个设定点的第一气体的多个被确定的流量可被拟合至一曲线,以确定对于第一气体的实际的第一关系。举例而言,曲线可为任何适当的形状,所述形状如同从对于第一气体在相对应的多个数值的设定点中的多个数值的流量的行为所确定。举例而言,曲线可为多项式(polynomial)、二项式(binomial)、三次厄尔密(cubic hermite)或类似曲线。实际的第一关系可精确地确定第一气体在用于第一流量控制器110A的全部的设定点的范围的流量。由于确定在第一流量控制器110A的全部的设定点的范围的流量及使用非线性曲线拟合以近似对于第一气体在全部的设定点的范围的流量的行为,实际的第一关系可有利地提供:对于第一气体从第一流量控制器110A而具有的较为宽广的范围的精确的流量。

[0041] 在206处,可基于实际的第一关系,以第一数值的流量从第一流量控制器110A流动第一气体。举例而言,在204处确定实际的第一关系之后,第一气体的流动(所述第一气体的流动已转变流动方向至校正装置119)可被导引至处理空间104。举例而言,实际的第一关系可由任何数目的适当的数据传输架构而被运用至第一质量流量控制器110A。举例而言,在一些实施例中,实际的第一关系可常驻于系统控制器141上,及当被执行时,馈入输入数值的设定点至第一流量控制器110A,以使得第一数值的流量从第一流量控制器110A流动。举例而言,不同于第一数值的设定点的第二数值的设定点可从实际的第一关系中确定,所述第一数值的设定点产生用于第一气体的第一数值的流量。然后,作为输入数值,第二数值的

设定点被运用至计算出的第一关系,以提供输出数值,输出数值等于:第一气体从第一流量控制器110A所具有的第一数值的流量。从而,在前述的示例性方法中,系统控制器141可使用实际的第一关系以提供第二数值的设定点而作为对计算出的第一关系的输入,以从第一流量控制器110A产生所欲的第一数值的流量。

[0042] 可替代性地,计算出的第一关系(所述计算出的第一关系可常驻在第一流量控制器110A上)可由实际的第一关系来更新及/或替换,所述实际的第一关系可常驻在系统控制器141上。举例而言,在204处于确定实际的第一关系之后,系统控制器141可将信息反馈至第一流量控制器110A,所述信息使得第一流量控制器110A将计算出的第一关系重新写入至实际的第一关系。可替代性地,系统控制器141可将信息反馈至第一流量控制器110A,以利用实际的第一关系来替换计算出的第一关系。举例而言,计算出的第一关系的更新及/或替换可作为服务程序的部分而被执行,举例而言(例如)服务例程,所述服务例程在第一流量控制器110A上产生新的固件。

[0043] 举例而言,一旦完成利用实际的第一关系来更新及/或替换计算出的关系,第一流量控制器110A可基于实际的第一关系而被设定为第一数值的设定点,以从第一流量控制器110A流动具有第一数值的流量的第一气体。

[0044] 可替代性地,计算出的第一关系可常驻在系统控制器141上及/或被下载至系统控制器141与相应地被修正。举例而言,计算出的第一关系可初始地常驻在第一流量控制器110A上。在方法200进行期间,计算出的第一关系可被下载至系统控制器141及由系统控制器141来修正以形成实际的第一关系。然后,实际的第一关系可被上传至第一流量控制器110A,以更新及/或替换计算出的第一关系。将计算出的第一关系下载至系统控制器141的此替代性的方法可不同于前文讨论的替代性的方法,其中计算出的第一关系由第一流量控制器110A基于从系统控制器141接收的信息来更新。举例而言,在本发明的替代性的方法中,系统控制器141直接地修正计算出的第一关系。通过比较,在前述的替代性的方法中,系统控制器141提供信息至第一流量控制器110A,及第一流量控制器110A基于由系统控制器141提供的信息来修正计算出的第一关系。

[0045] 例如可运用第二流量控制器110B或运用任何所欲数目的流量控制器来利用方法200。举例而言,第二流量控制器110B可经配置以:当基于计算出的第二关系而设定为第二数值的设定点时,提供具有第二数值的流量的第二气体,所述第二关系由使用不同于第二气体的标准气体来确定。除了使用与第二气体一同使用的第二气体校正因子以调整实际的标准关系,计算出的第二关系可由第二流量控制器110B的制造者利用计算出的第一关系的类似方式来确定。计算出的第二关系可常驻于第二流量控制器110B上,例如在计算机可读媒体或类似物上。

[0046] 举例而言,用于校正第二流量控制器110B的方法可包含以下步骤:从处于第二流量控制器的相对应的多个数值的设定点而确定的第二气体的多个数值的流量中,确定对于第二气体的流量和设定点之间的实际的第二关系,其中多个数值的每一数值的流量从将第二气体流动经过处于多个数值的相对应的数值的设定点的第二流量控制器来确定;及基于实际的第二关系,从第二流量控制器流动具有第二数值的流量的第二气体。

[0047] 实际的第二关系可利用类似于如同前文所讨论的实际的第一关系的方式来确定。用于拟合实际的第二关系的曲线可不同于用于拟合实际的第一关系的曲线,以及用于拟合

实际的第二关系的曲线可取决于第二气体的行为。

[0048] 本发明的方法可进一步包含：用于监控流量控制器的状况(health)的方法。举例而言，流量控制器的状况监控可希望：避免由使用故障的及/或不当地校正的流量控制器的工具所产生的故障的产品批量。举例而言，于后文中讨论的监控方法可常驻于系统控制器141上与上传及/或整合至流量控制器的位置控制器，例如在提供信息至流量控制器的服务例程期间及/或在从流量控制器下载信息至系统控制器、更新信息及重新加载更新的信息至流量控制器的服务例程期间。

[0049] 举例而言，此一状况监控的方法可为：监控在流量控制器中的累加的零点漂移。举例而言，方法可包含以下步骤：监控流量控制器的零点偏移(例如周期性地、在维修期间或在任何所欲的时间间隔处)。可对流量控制器的累加的零点漂移进行记录(例如从初始的校正及/或安装日期开始)。举例而言，在初始的时间，零点偏移可为全部的流量范围的大约1%。当在初始的时间之后的第二时间处进行测量时，零点偏移可大于在初始的时间处的零点偏移大约1%(对于全部的流量范围的大约2%的累加的零点漂移而言)。举例而言，当在第二时间之后的第三时间处进行测量时，零点偏移可小于在第二时间处的零点偏移大约1%(对于大约1%的累加的零点漂移而言)。方法可监控：在流量控制器中的累加的零点漂移，直到累加的零点漂移到达临界数值为止，举例而言，临界数值为全部的流量范围的大约10%。处于临界数值时，系统控制器141可发出流量控制器可能需要维修及/或替换的警告。举例而言，处于累加的零点漂移超过临界数值的情况时，举例而言(例如)全部的流量范围的大约20%，系统控制器141可发出命令以关闭流量控制器。

[0050] 类似于前文的累加的零点漂移的实施例，状况监控的方法的另一实施例可包含：监控流量控制器的累加的工作寿命(operating lifetime)。举例而言，方法可包含以下步骤：监控流量控制器的工作寿命，例如流量控制器进行操作的每一时间和所述流量控制器维持为操作的时间的长度。可对流量控制器的累加的工作寿命进行记录(例如从安装日期开始)。举例而言，可对流量控制器进行操作的第一时间长度进行记录。流量控制器可休眠达到一时间区间，及然后再次地操作达到第二时间长度。第一时间长度和第二时间长度可相加在一起，以确定流量控制器的累加的工作寿命。方法可监控在流量控制器中的累加的工作寿命，直到累加的工作寿命到达一临界数值为止，举例而言，大约8760小时。处于临界数值时，系统控制器141可发出流量控制器可能需要维修及/或替换的警告。举例而言，处于累加的工作寿命超过临界数值的情况中，举例而言(例如)大约17520小时，系统控制器141可发出命令以关闭流量控制器。

[0051] 状况监控的方法的另一实施例可包含监控在流量控制器中的温度的稳定度。举例而言，流量控制器可包含温度传感器(作为传感器120的部分或分离的传感器)以监控和调整可调整的阀122的位置，而响应于在流量控制器中或在供应至流量控制器的气体中的温度变化。举例而言，温度变化可由开启在系统100上的部件所造成，举例而言(例如)气体面板或类似物。然而，不存在有监控在流量控制器中的温度的稳定度的方法。举例而言，温度传感器可使得流量控制器改变可响应于温度变化而调整的阀的位置，及由于缺乏存在温度变化的指示而损失产品批量。从而，本发明的监控方法可包含以下步骤：监控在启动之前、在处理期间或在任何适当的时间的流量控制器的温度，以确定在流量控制器中的温度的稳定度。举例而言，方法可包含以下步骤：等待大约30秒或更多以供温度读值达成稳定，例如

在启动系统100之后。可在第一时间区间的时间中(例如大约10秒)于第一时间间隔处可取样温度数值(例如大约每100毫秒(millisecond))。此取样过程可在第二时间区间的时间中(例如大约10分钟)被执行数次。取样的温度数值的平均和标准差可被计算出。举例而言,若标准差超过设定的温度数值(例如超过设定的温度数值的大约0.1%),则标准差(作为设定的温度数值的百分比)可与在系统控制器上尚未达成温度的稳定度的信息一同显示。可替代性地,若标准差并未超过设定的温度数值,例如若标准差小于设定的温度数值的大约0.1%,则流量控制器可继续地正常运作及并不显示任何的信息。

[0052] 状况监控的方法的另一实施例可包含监控在流量控制器中的信号噪声。举例而言,可针对于输出信号来监控信号噪声,所述输出信号可由位置控制器发出至流量控制器的可调整的阀,以改变可调整的阀的位置。举例而言,当流量控制器随着时间而退化时,输出信号可变为具有噪声的(noisy)。举例而言,在一些实施例中,例如在蚀刻工艺期间,信号可被使用以监控蚀刻深度,及当已到达蚀刻深度时告知流量控制器停止流动。举例而言,当输出信号随着流量控制器的退化而变得更具有噪声的,流量控制器可将在输出信号中的噪声误解为已到达蚀刻深度的指示。从而,发明人已提供:针对于信号噪声水平而监控流量控制器的输出信号的方法。举例而言,可在限定的时间区间中,监控偏离输出信号的稳态设定点的标准差,举例而言(例如)大约10秒的时间区间、利用任何所欲的取样率,例如大约10赫兹(Hz)、大约100Hz、大约1000Hz或任何适当的取样率。举例而言,若标准差超过输出信号的稳态设定点(例如超过大约0.1%),可由系统控制器141发出警告。

[0053] 状况监控的方法的另一实施例可包含监控作为数个参数的函数的流量控制器的状况,所述参数包含在流量控制器上的参数和在系统100中的参数。举例而言,参数可包含:流量控制器流量输出、流量控制器压力输出、流量控制器温度输出、流量控制器阀位置、流量控制器的总氮等效流量输出(total nitrogen equivalent flow output)、腔室压力、排气阀位置,或类似参数。举例而言,参数的一或多个组合可被使用以诊断一或多个系统行为,例如流量控制器为高流量或为低流量,线路压力为增加或为减少,线路温度为增加或为减少,或类似行为。举例而言,如同前文所讨论的线路压力和线路温度可意指为:在气体供应线路中的压力和温度,所述气体供应线路被设置在气体源118A、B和流量控制器110A、B之间。

[0054] 举例而言,在启动系统100时,例如当所述系统初始装设在线路上时或在已关闭系统100来进行维修之后,可记录一系列的诊断测量。举例而言,流量控制器可提供第一流量,及可处于第一流量而记录前文所讨论的参数。举例而言,在执行工艺之后,或周期性地执行工艺,或在随机的监控的时间间隔处执行工艺,腔室可经测试以观察:流量控制器是否继续利用与初始记录者相同的数值的参数以提供第一流量。举例而言,参数的组合可被使用以诊断系统行为。举例而言,若处于第一流量,流量控制器阀位置、总氮等效流量,及排气阀位置目前高于初始所测量的,则流量控制器可为高流量的。然而,若仅有一个参数关闭,举例而言仅有流量控制器阀位置是较高的,但是总氮等效流量和排气阀位置为相同的,则此可表示除了流量控制器为高流量以外的问题。举例而言,若处于第一流量,流量控制器阀位置、总氮等效流量,及排气阀位置目前低于初始所测量的,则流量控制器可为低流量的。从而,参数的其它组合可被使用以诊断其它的系统行为,例如前文列出的系统行为。

[0055] 作为如同在前面的段落中所讨论的流量控制器的状况监控的替代方式或与如同

在前面的段落中所讨论的流量控制器的状况监控相组合,可利用流量控制器的被监控的参数及/或处理腔室的参数,举例而言,以在后续的工艺步骤期间对反应时间最佳化及/或针对其它预测性的诊断方法而对反应时间最佳化。举例而言,流量控制器的参数(例如阀电压或类似参数)可如同在前文所讨论般地被监控而与其它参数相组合,例如流量控制器及/或处理腔室的那些参数。流量控制器的参数可产生所欲的响应,例如所欲的流量或类似物。举例而言,在后续的工艺步骤中,流量控制器可被设定为被监控的参数,及可选择地与处理腔室及/或流量控制器的其它被监控的参数相组合,以对产生所欲的响应的时间最佳化。可替代性地,在后续的工艺步骤中,流量控制器可对于被监控的参数而被设定为新的数值,举例而言(例如)基于被监控的参数而被推断(extrapolated)以对产生所欲的响应的时间进行最佳化的新的数值。

[0056] 其它的实例(例如预测性的诊断方法)可包含监控入口压力,例如对于流量控制器的入口压力。举例而言,若被监控的入口压力随着时间改变,或在工艺步骤之间改变,或随类似改变,可发出警告或启动压力转换器诊断例程。

[0057] 虽然前述针对本发明的实施例,可设计本发明的其它的和另外的实施例,而不偏离本发明的基本范围。

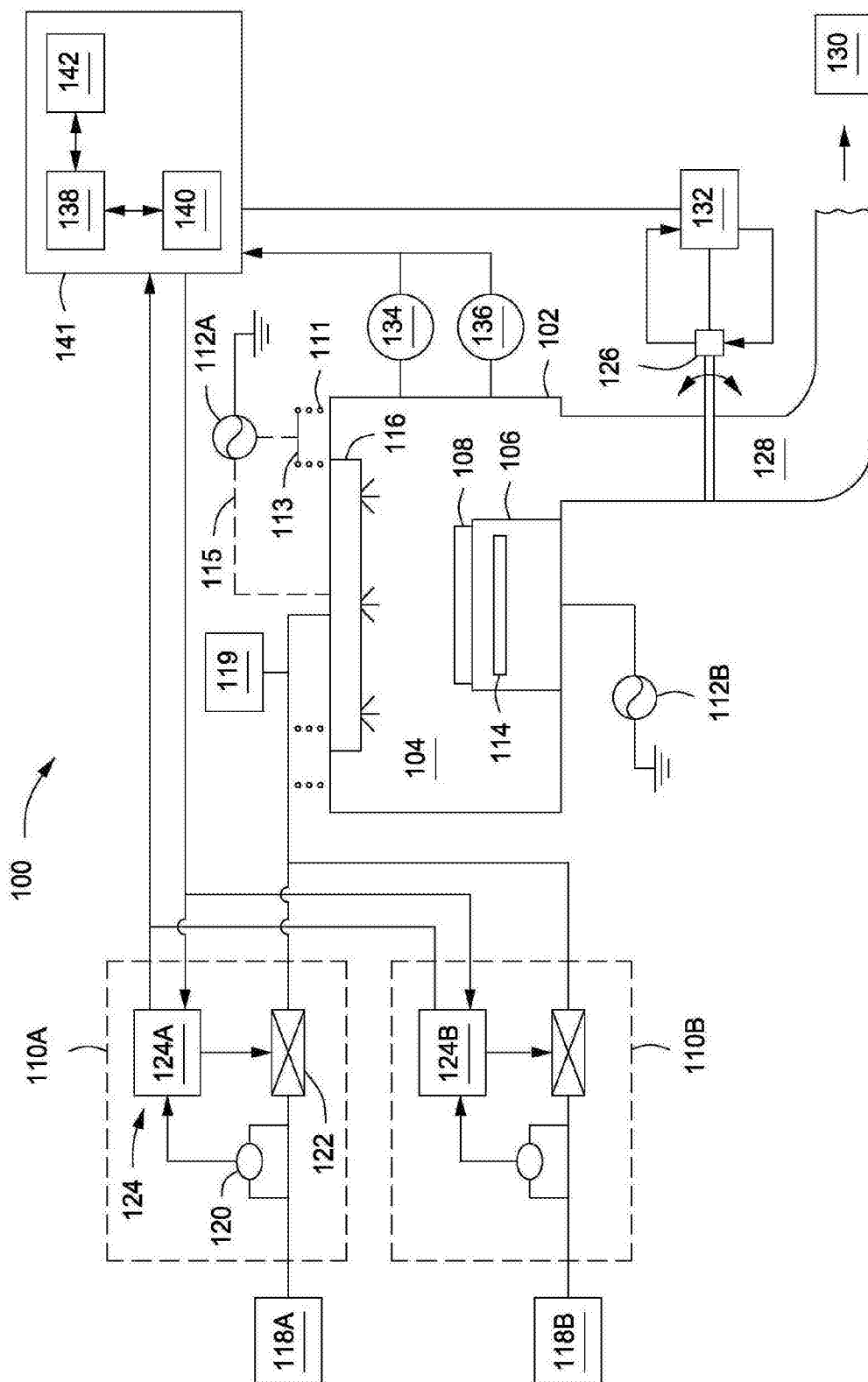


图1

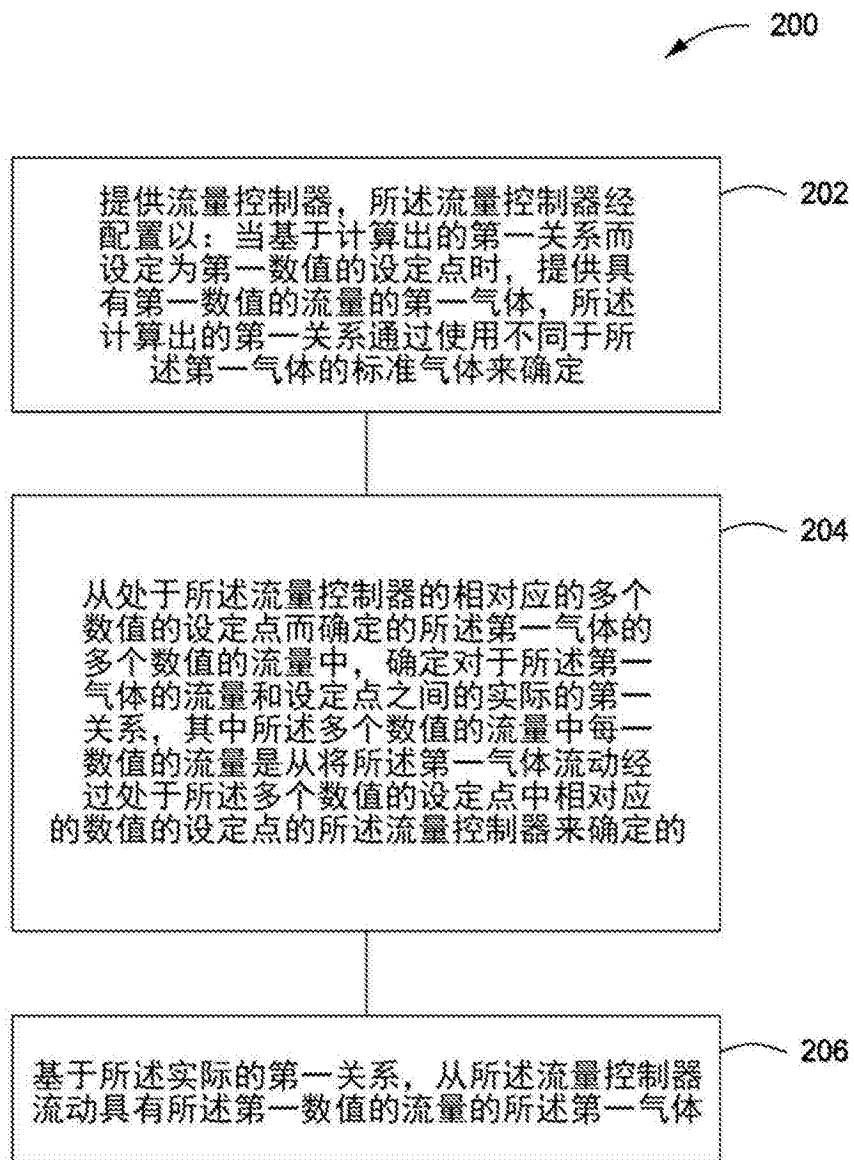


图2