



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104611683 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201410047902. 0

(22) 申请日 2014. 02. 11

(30) 优先权数据

14/071, 784 2013. 11. 05 US

(71) 申请人 台湾积体电路制造股份有限公司

地址 中国台湾新竹

(72) 发明人 谢博全 黄建国 黄泰钧 许光源

李资良

(74) 专利代理机构 北京德恒律治知识产权代理

有限公司 11409

代理人 章社杲 孙征

(51) Int. Cl.

C23C 16/455(2006. 01)

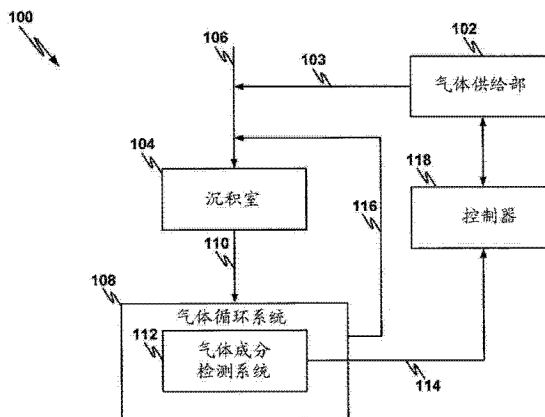
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

为原子层沉积(ALD)工艺供应前体的系统和方法

(57) 摘要

本发明提供了为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的系统和方法。气体供给部将一种或多种前体材料提供给沉积室。沉积室通过输入管线接收一种或多种前体材料。气体循环系统连接至沉积室的输出管线。气体循环系统包括气体成分检测系统,该气体成分检测系统被配置为产生表示通过输出管线离开沉积室的气体的成分的输出信号。气体循环系统也包括循环管线,该循环管线被配置为将离开沉积室的气体传输至输入管线。控制器连接至气体供给部。该控制器基于气体成分检测系统的输出信号控制气体供给部的一种或多种前体材料的供给。



1. 一种为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的系统,所述系统包括:

气体供给部,用于给沉积室提供一种或多种前体材料,所述沉积室通过所述沉积室的输入管线接收所述一种或多种前体材料;

气体循环系统,连接至所述沉积室的输出管线,所述气体循环系统包括:

气体成分检测系统,被配置为产生表示通过所述输出管线离开所述沉积室的气体的成分的输出信号,和

循环管线,被配置为将离开所述沉积室的气体传输至所述输入管线,所述循环管线使得离开所述沉积室的气体被传输回所述沉积室;

以及

控制器,连接至所述气体供给部,所述控制器基于所述气体成分检测系统的所述输出信号来控制所述气体供给部对所述一种或多种前体材料的供给。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述气体循环系统还包括过滤器,所述过滤器被配置为在将所述气体传输回所述沉积室之前,去除离开所述沉积室的气体中的污染物或颗粒。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述气体循环系统还包括旁路管线,所述旁路管线允许离开所述沉积室的气体在不通过所述过滤器的情况下被传输回所述沉积室。

4. 根据权利要求3所述的系统,其中,所述旁路管线被配置为启用和禁用,当启用所述旁路管线时,离开所述沉积室的气体不通过所述过滤器,而当禁用所述旁路管线时,离开所述沉积室的气体通过所述过滤器。

5. 根据权利要求4所述的系统,其中,通过控制阀门来启用和禁用所述旁路管线,并且基于所述气体成分检测系统的所述输出信号启用和禁用所述旁路管线。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中,

所述气体循环系统还包括循环阀门,所述循环阀门被配置为打开和关闭所述循环管线,

当通过所述循环阀门打开所述循环管线时,离开所述沉积室的气体被传输回所述沉积室,以及

当通过所述循环阀门关闭所述循环管线时,离开所述沉积室的气体不被传输回所述沉积室。

7. 根据权利要求6所述的系统,还包括:

供给管线,连接至所述气体供给部和所述输入管线,所述供给管线被配置为将所述一种或多种前体材料从所述气体供给部传输至所述输入管线,所述供给管线包括供给阀门,并且所述供给阀门被配置为打开和关闭所述供给管线。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中,打开和关闭所述循环阀门和所述供给阀门以控制经过所述输入管线进入所述沉积室的气体的成分,并且基于所述气体成分检测系统的所述输出信号打开和关闭所述循环阀门和所述供给阀门。

9. 一种为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的系统,所述系统包括:

气体供给部,用于为沉积室提供一种或多种前体材料;

气体循环系统,连接至所述沉积室的输出管线,所述气体循环系统被配置为将离开所述沉积室的气体传输至所述沉积室的输入管线,其中,所述气体循环系统使得所述离开所

述沉积室的气体被传输回所述沉积室；

过滤器，连接至所述气体循环系统，所述过滤器减少了被传输回所述沉积室的气体中的污染物；

气体成分检测系统，连接至所述输出管线，所述气体成分检测系统被配置为产生表示离开所述沉积室的气体的成分的输出信号；

净化气体输送系统，所述净化气体输送系统被配置为通过多条净化管线将净化气体输送至所述沉积室；以及

控制器，连接至所述气体供给部，所述控制器控制到达所述沉积室的所述一种或多种前体材料的供给。

10. 一种为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的方法，所述方法包括：

给沉积室提供一种或多种前体材料；

监测离开所述沉积室的气体的成分；

通过循环系统将离开所述沉积室的气体传输回所述沉积室；以及

控制 i) 所述一种或多种前体材料的供给，以及 ii) 基于监测到的离开所述沉积室的气体的成分控制回到所述沉积室的气体的传输。

为原子层沉积 (ALD) 工艺供应前体的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明所描述的技术一般地涉及原子层沉积 (ALD) 工艺, 更具体地, 涉及减少用于 ALD 工艺的前体材料的量的系统和方法。

背景技术

[0002] 集成电路的制造过程中的半导体处理可以包括在半导体衬底上沉积层。执行这种沉积的示例性工艺可以包括化学汽相沉积 (CVD) 工艺和原子层沉积 (ALD) 工艺等。可以在沉积室内进行 CVD 和 ALD 工艺, 沉积室在晶圆保持器上保持一个或多个衬底。在 ALD 工艺中, 可以将一种或多种前体气体提供给沉积室内的喷头, 其中, 喷头可以将一种或多种前体气体均匀地提供在衬底的外表面上方。一种或多种前体气体可以发生反应或以其他方式将层基本沉积在衬底上方。在 ALD 工艺中可以使用或不使用等离子体增强。如果使用等离子体增强, 则可以产生等离子体且将其保持在室内或远离室。

发明内容

[0003] 本发明涉及为原子层沉积 (ALD) 工艺供应前体材料的系统和方法。为 ALD 工艺供应前体材料的系统包括给沉积室提供一种或多种前体材料的气体供给部。沉积室通过沉积室的输入管线接收一种或多种前体材料。该系统也包括连接至沉积室的输出管线的气体循环系统, 气体循环系统包括气体成分检测系统, 被配置为产生表示通过输出管线离开沉积室的的气体的成分的输出信号。气体循环系统也包括被配置为将离开沉积室的气体传输至输入管线的循环管线。该循环管线使得离开沉积室的气体被传输回沉积室。该系统还包括连接至气体供给部的控制器。该控制器基于气体成分检测系统的输出信号控制气体供给部的一种或多种前体材料的供给。

[0004] 在另一个实例中, 为 ALD 工艺供应前体材料的系统包括为沉积室提供一种或多种前体材料的气体供给部。该系统也包括连接至沉积室的输出管线的气体循环系统。该气体循环系统被配置为将离开沉积室的气体传输至沉积室的输入管线, 其中, 气体循环系统使得离开沉积室的气体被传输回沉积室。该系统也包括连接至气体循环系统的过滤器, 其中, 该过滤器减少了被传输回沉积室的气体中的污染物。该系统还包括连接至输出管线的气体成分检测系统。该气体成分检测系统被配置为产生表示离开沉积室的气体的成分的输出信号。净化气体输送系统被配置为通过多条净化管线输送净化气体至沉积室。该系统也包括连接至气体供给部的控制器, 其中, 该控制器控制到达沉积室的一种或多种前体材料的供给。

[0005] 在又一个实例中, 在为 ALD 工艺供应前体材料的方法中, 为沉积室提供一种或多种前体材料。监测离开沉积室的气体的成分。通过循环系统将离开沉积室的气体传输回沉积室。基于监测到的离开沉积室的气体的成分控制一种或多种前体材料的供给以及回到沉积室的气体的传输。

[0006] 为了解决现有技术中所存在的缺陷, 根据本发明的一方面, 提供了一种为原子层

沉积(ALD)工艺供应前体材料的系统,所述系统包括:气体供给部,用于给沉积室提供一种或多种前体材料,所述沉积室通过所述沉积室的输入管线接收所述一种或多种前体材料;气体循环系统,连接至所述沉积室的输出管线,所述气体循环系统包括:气体成分检测系统,被配置为产生表示通过所述输出管线离开所述沉积室的的气体的成分的输出信号,和循环管线,被配置为将离开所述沉积室的气体传输至所述输入管线,所述循环管线使得离开所述沉积室的气体被传输回所述沉积室;以及控制器,连接至所述气体供给部,所述控制器基于所述气体成分检测系统的所述输出信号来控制所述气体供给部对所述一种或多种前体材料的供给。

[0007] 在该系统中,所述气体循环系统还包括过滤器,所述过滤器被配置为在将所述气体传输回所述沉积室之前,去除离开所述沉积室的气体中的污染物或颗粒。

[0008] 在该系统中,所述气体循环系统还包括旁路管线,所述旁路管线允许离开所述沉积室的气体在不通过所述过滤器的情况下被传输回所述沉积室。

[0009] 在该系统中,所述旁路管线被配置为启用和禁用,当启用所述旁路管线时,离开所述沉积室的气体不通过所述过滤器,而当禁用所述旁路管线时,离开所述沉积室的气体通过所述过滤器。

[0010] 在该系统中,通过控制阀门来启用和禁用所述旁路管线,并且基于所述气体成分检测系统的所述输出信号启用和禁用所述旁路管线。

[0011] 在该系统中,所述气体循环系统还包括循环阀门,所述循环阀门被配置为打开和关闭所述循环管线,当通过所述循环阀门打开所述循环管线时,离开所述沉积室的气体被传输回所述沉积室,以及当通过所述循环阀门关闭所述循环管线时,离开所述沉积室的气体不被传输回所述沉积室。

[0012] 该系统还包括:供给管线,连接至所述气体供给部和所述输入管线,所述供给管线被配置为将所述一种或多种前体材料从所述气体供给部传输至所述输入管线,所述供给管线包括供给阀门,并且所述供给阀门被配置为打开和关闭所述供给管线。

[0013] 在该系统中,打开和关闭所述循环阀门和所述供给阀门以控制经过所述输入管线进入所述沉积室的气体的成分,并且基于所述气体成分检测系统的所述输出信号打开和关闭所述循环阀门和所述供给阀门。

[0014] 该系统还包括:净化气体输送系统,所述净化气体输送系统被配置为通过一条或多条净化管线将净化气体输送至所述沉积室。

[0015] 在该系统中,基于所述气体成分检测系统的输出信号控制所述净化气体输送系统。

[0016] 在该系统中,所述净化气体输送系统被配置为控制所述沉积室中的气体的流量。

[0017] 在该系统中,通过多条净化管线将所述净化气体输送给所述沉积室。

[0018] 在该系统中,同时操作所述多条净化管线。

[0019] 在该系统中,所述气体成分检测系统包括傅里叶变换红外光谱(FTIR)系统、非色散红外传感器(NDIR)系统或Piezocon气体浓度传感器(PZC)系统。

[0020] 在该系统中,所述气体供给部包括多个气体源,并且所述控制器控制将所述多个气体源中的哪个气体源提供给所述沉积室。

[0021] 根据本发明的另一方面,提供了一种为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的系

统,所述系统包括:气体供给部,用于为沉积室提供一种或多种前体材料;气体循环系统,连接至所述沉积室的输出管线,所述气体循环系统被配置为将离开所述沉积室的气体传输至所述沉积室的输入管线,其中,所述气体循环系统使得所述离开所述沉积室的气体被传输回所述沉积室;过滤器,连接至所述气体循环系统,所述过滤器减少了被传输回所述沉积室的气体中的污染物;气体成分检测系统,连接至所述输出管线,所述气体成分检测系统被配置为产生表示离开所述沉积室的气体的成分的输出信号;净化气体输送系统,所述净化气体输送系统被配置为通过多条净化管线将净化气体输送至所述沉积室;以及控制器,连接至所述气体供给部,所述控制器控制到达所述沉积室的所述一种或多种前体材料的供给。

[0022] 在该系统中,所述控制器基于所述气体成分检测系统的输出信号控制到达所述沉积室的所述一种或多种前体材料的供给。

[0023] 在该系统中,所述气体循环系统包括旁路管线,并且所述旁路管线使得离开所述沉积室的气体在不通过所述过滤器的情况下被传输回所述沉积室。

[0024] 根据本发明的又一方面,提供了一种为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的方法,所述方法包括:给沉积室提供一种或多种前体材料;监测离开所述沉积室的气体的成分;通过循环系统将离开所述沉积室的气体传输回所述沉积室;以及控制 i) 所述一种或多种前体材料的供给,以及 ii) 基于监测到的离开所述沉积室的气体的成分控制回到所述沉积室的气体的传输。

[0025] 该方法还包括:通过多条净化管线将净化气体输送至所述沉积室,其中,基于监测到的离开所述沉积室的气体的成分控制所述输送。

附图说明

[0026] 图 1 示出了为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的示例性系统;

[0027] 图 2 示出了为 ALD 工艺的沉积室供应前体材料的示例性系统,其中,该示例性系统可以包括气体循环系统,该气体循环系统用于使得离开沉积室的气体被传输回沉积室;

[0028] 图 3 示出了可以用于在衬底或其他结构上形成沉积层的示例性沉积系统;

[0029] 图 4 是示出为 ALD 工艺供应前体材料的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0030] 图 1 示出了为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的示例性系统 100。图 1 的示例性系统 100 可以包括给沉积室 104 供应一种或多种前体材料的气体供给部 102。在一个实例中,气体供给部 102 可以包括多个气罐,其中,多个气罐可以用于供应在 ALD 工艺中所使用的不同的前体材料。气体供给部 102 可以通过沉积室的输入管线 106 给沉积室 104 供应一种或多种前体材料。尽管图 1 的实例中的输入管线 106 被示出为开放式的,使得输入管线 106 可以连接至各种其他外部系统(例如,泵系统、其他气体供给系统等),但在其他实例中,输入管线 106 可以直接连接至气体供给部 102,使得其他外部系统不能连接至输入管线 106。气体供给部 102 可以通过将输入管线 106 连接至气体供给部 102 的供给管线 103 而将一种或多种前体材料供应给输入管线 106。

[0031] 如下文中参考图 3 更详细地描述的,沉积室 104 可以包括在其上可以放置衬底的

安装平台或其他硬件。图 1 的示例性系统 100 可以用于在衬底上形成一个或多个沉积层。沉积室 104 可以包括允许气体和其他物质离开沉积室 104 的输出管线 110。例如,输出管线 110 可以包括允许气体和其他物质离开沉积室 104 的排出口。在一些实例中,真空泵可以连接至输出管线 110 以帮助从沉积室 104 排出气体和其他物质。这种真空泵也可以用于将沉积室 104 内的压力降低至且控制为期望压力。离开沉积室 104 的气体和其他物质可以包括通过输入管线 106 引入到沉积室 104 的一种或多种前体材料。

[0032] 气体循环系统 108 可以连接至沉积室 104 的输出管线 110。气体循环系统 108 可以用于减少在 ALD 工艺中使用的一种或多种前体材料的量。例如,在不使用气体循环系统 108 的传统系统中,一种或多种前体材料可能通过输出管线 110 从沉积室 104 排出并且直接排向排气系统(例如,包括过滤系统的向大气环境排气的典型的排气系统)。因为大量的前体材料可能在离开沉积室 104 之后被丢弃,所以这种传统的系统要使用大量的一种或多种前体材料。相比之下,包括气体循环系统 108 的系统 100 可以用于降低 ALD 工艺中的前体浪费,因此也降低了生产成本。

[0033] 气体循环系统 108 可以通过提供连接在气体循环系统 108 和输入管线 106 之间的循环管线 116 来降低前体浪费。循环管线 116 可以被配置为将离开沉积室 104 的气体传输至输入管线 106,从而可以使离开沉积室 104 的气体被传输回沉积室 104。用这种方式,通过使前体气体循环回到沉积室中而不是将它们送至排气系统而被丢弃,气体循环系统 108 可以减少 ALD 系统 100 中的前体浪费。

[0034] 除了包括循环管线 116 以外,连接至沉积室 104 的输出管线 110 的气体循环系统 108 也可以包括气体成分检测系统 112。气体成分检测系统 112 可以被配置为监测离开沉积室 104 的气体并且制造表示气体成分的输出信号。气体成分检测系统 112 可以包括一个或多个不同的监测组件,例如,包括傅里叶变换红外光谱 (FTIR) 系统、非色散红外传感器 (NDIR) 系统或 Piezocon 气体浓度传感器 (PZC) 系统。各种其他类型的气体成分监测系统可以用于气体成分检测系统 112 中。

[0035] 气体循环系统 108,尤其是包括在其中的气体成分检测系统 112 可以通过连接件 114 (例如,电气连接、光学连接等)连接至控制器 118。如图 1 的实例所示,控制器 118 也可以连接至气体供给部 102。控制器 118 可以控制通过气体供给部 102 到达沉积室 104 的一种或多种前体材料的供给。具体地,控制器 118 可以基于气体成分检测系统 112 的输出信号控制一种或多种前体材料的供给,其中,可以通过连接件 114 将输出信号提供给控制器 118。因此,例如,控制器 118 可以接收气体成分检测系统 112 的输出信号,其中该输出信号可以表示在离开沉积室 104 的气体中特定的前体材料不足量。基于该输出信号,控制器 118 可以控制气体供给部 102 以使更多的特定前体材料进入沉积室 104。

[0036] 在该实例中,气体成分检测系统 112 因此可以给控制器 118 提供反馈信号,使得可以控制室 104 中的气体的成分。在其他实例中,气体成分检测系统 112 可以不连接至控制器 118,并且在这种实例中,控制器 118 可以用于在没有反馈信号的情况下控制到达室 104 的前体材料的供给。在气体成分检测系统 112 不连接至控制器 118 的这种系统中,气体成分检测系统 112 可以用于其他目的。例如,气体成分检测系统 112 可以用于监测离开室 104 的气体的成分,以确定是否应该通过循环管线 116 将该气体传输回室 104。

[0037] 图 2 示出了为 ALD 工艺的沉积室 204 供应前体材料的示例性系统 200,其中该示例

性系统 200 可以包括使离开沉积室 204 的气体被传输回沉积室 204 的气体循环系统 208。图 2 的示例性系统 200 可以包括与图 1 的示例性系统 100 中所包括的那些组件类似的组件。例如,示例性系统 200 可以包括用于通过供给管线 203 给沉积室 204 供应一种或多种前体材料的气体供给部 202。供给管线 203 可以连接至沉积室 204 的输入管线 206,使得一种或多种前体材料通过输入管线 206 进入室 204。沉积室 204 可以包括用于支撑衬底的适合的硬件并且也可以包括允许气体(例如,一种或多种前体材料、净化气体等)和其他物质离开沉积室 204 的输出管线 210。

[0038] 气体循环系统 208 可以连接至沉积室 204 的输出管线 210,其中气体循环系统 208 可以用于减少在 ALD 工艺中使用的一种或多种前体材料的量。气体循环系统 208 可以通过提供连接在气体循环系统 208 和输入管线 206 之间的循环管线 216 来降低前体浪费。循环管线 216 可以被配置为将离开沉积室 204 的气体传输至输入管线 206,从而可以使离开沉积室 204 的气体通过输入管线 206 被传输回沉积室 204。

[0039] 气体循环系统 208 也可以包括气体成分检测系统 212。气体成分检测系统 212 可以被配置为监测离开沉积室 204 的气体并且产生表示该气体的成分的输出信号。气体成分检测系统 212 可以通过连接件 214 (例如,电气连接、光学连接等)连接至控制器 218。控制器 218 也可以连接至气体供给部 202 并且可以控制通过气体供给部 202 到达沉积室 204 的一种或多种前体材料的供给。控制器 218 可以基于气体成分检测系统 212 的输出信号控制一种或多种前体材料的供给。

[0040] 气体循环系统 208 还可以包括过滤器 230,其中过滤器 230 被配置为去除离开沉积室 204 的气体中的污染物或颗粒。可以在通过循环管线 216 将气体传输回沉积室 204 之前,通过过滤器 230 去除离开沉积室 204 的气体中的污染物或颗粒。通过过滤器 230 所去除的污染物或颗粒可以存储在过滤器 230 中或可以通过过滤器 230 的管线 238 被排出或以其他方式被丢弃。

[0041] 在一些情况下,可以确定过滤器 230 并不是必要的(例如,离开沉积室 204 的气体是相对无颗粒的)。例如,可以基于由气体成分检测系统 212 所产生的信号来进行判定。该信号可以确定过滤器 230 是必要还是不必要的,该信号可以是表示提供给控制器 218 的气体的成分的输出信号,或者该信号可以由气体成分检测系统 212 所产生的不同信号。在另一个实例中,是否使用过滤器 230 的判定可以由系统 200 的操作者人工地做出的判定,或可以使用不同的(例如,外部的)系统或组件(在图 2 的实例中未示出)来做出该判定。

[0042] 当不使用过滤器 230 去除离开沉积室 204 的气体中的污染物或颗粒时,可以使用旁路管线 222。旁路管线 222 可以允许离开沉积室 204 的气体在不通过过滤器 230 的情况下被传输回沉积室 204(即,通过循环管线 216)。可以启用或禁用旁路管线 222。当启用旁路管线 222 时,离开沉积室 204 的气体可以不通过过滤器 230,而当禁用旁路管线 222 时,离开沉积室 204 的气体可以通过过滤器 230。

[0043] 可以通过控制阀门 234 和 236 来启用和禁用旁路管线 222。例如,当打开旁路管线 222 上的阀门 234,且关闭阀门 236 时,可以启用旁路管线 222,使得在将气体循环回到室 204 的过程中不使用过滤器 230。相比之下,当关闭旁路管线 222 上的阀门 234,且打开阀门 236 时,可以禁用旁路管线 222,使得在气体循环回到室 204 之前使用过滤器 230 去除污染物或颗粒。在另一个实例中,可以打开阀门 234 和 236,因此导致离开室 204 的一些气体被

过滤,而离开室 204 的一些气体没有被过滤。

[0044] 可以基于由气体成分检测系统 212 所产生的输出信号来控制阀门 234 和 236。例如,气体成分检测系统 212 可以确定离开沉积室 204 的气体是相对无颗粒的并且可以产生使阀门 234 打开而阀门 236 关闭的输出信号,从而启用旁路管线 222 且禁用过滤器 230。可选地,气体成分检测系统 212 可以确定离开沉积室 204 的气体需要过滤并且可以产生使得阀门 234 关闭而阀门 236 打开的输出信号,因此禁用旁路管线 222 且启用过滤器 230。

[0045] 图 2 的示例性系统 200 还可以包括连接至沉积室 204 的净化气体输送系统 232。净化气体输送系统 232 可以用于通过一条或多条净化管线 248 将净化气体输送至沉积室 204。净化气体输送系统 232 可以包括给沉积室 204 提供诸如氩气、氮气、氙气或其他非活性气体的净化气体的气罐或其他设施。在一个实例中,多条净化管线 248 用于将净化气体输送至沉积室 204。与仅有单条净化管线相反,使用多条净化管线 248 可以提高示例性系统 200 中的净化效率。

[0046] 来自净化气体输送系统 232 的净化气体的输送可以用于保持沉积室 204 中的清洁度(例如,从沉积室 204 中去除污染物、颗粒以及其他不期望的物质)以及控制沉积室 204 中的气体的流量。例如,气体的流量的控制可以用于去除沉积室 204 中的前体材料。例如,在使用多种前体材料的示例性 ALD 工艺中,可以在第一时间段内将第一前体材料引入到室 204 中。在将第二前体材料引入室 204 之前,净化气体输送系统 232 可以用于去除室 204 中的第一前体材料。

[0047] 示例性系统 200 中也可以包括真空泵 240,以将压差施加给沉积室 204 从而帮助从沉积室 204 中去除气体和其他物质。因此,由净化气体输送系统 232 所提供的净化气体与真空泵 240 一起可以用于净化沉积室 204 中的前体材料以及其他气体和物质。在一个实例中,基于气体成分检测系统 212 的输出信号控制净化气体输送系统 232。例如,控制净化气体输送系统 232 的气体成分检测系统 212 的输出信号可以是表示通过输出管线 210 离开沉积室 204 的气体的成分的输出信号。

[0048] 图 3 示出了可以用于在衬底或其他结构上形成沉积层的示例性沉积系统 300。使用诸如原子层沉积(ALD)的沉积工艺,在图 3 的示例性系统 300 中可以形成沉积层。在系统 300 中,沉积室 316 可以通过供给管线 312 从气体供给部 301 接收前体材料。气体供给部 301 可以用于将多种前体材料输送至沉积室 316 并且因此可以理解为包括多个不同的前体输送系统。在图 3 的实例中,可以从气体供给部 301 将三种不同的前体材料输送至沉积室 316,并且气体供给部 301 可以理解为包括三个不同的前体输送系统。三个不同的前体输送系统可以相互结合地进行工作以将各种不同的前体材料供应给沉积室 316。

[0049] 如图 3 所示,每个前体输送系统均可以包括前体材料供给器 302,其可以是储气罐、筒或基于需要产生前体材料的机器(例如,在将臭氧用作前体材料的一个实例中,前体材料供给器 302 可以包括浓缩器或可以根据需要产生臭氧的其他臭氧发生器)。每个前体输送系统都可以进一步包括气动阀门 304 和流量控制器 306。流量控制器 306 可以用于控制到达沉积室 316 的前体材料的流量,因此可以有助于控制室 316 内的压力。例如,流量控制器 316 可以是定量阀、调节阀、针型阀、压力调节器、质量流量控制器、这些的组合等。

[0050] 在其他实例中,每个前体输送系统还可以包括载气供给部,其中,载气供给部可以供应可用于帮助将前体气体输送至沉积室 316 的气体。载气可以是不与沉积室 316 内的

前体材料或其他材料发生反应的惰性气体或其他气体。例如,载气可以是氦气(He)、氩气(Ar)、氮气(N₂)、氢气(H₂)、这些的组合等。在使用载气供给部的实例中,载气可以进入前体材料供给器 302 (例如,前体筒) 并且向沉积室 316 输送气态前体材料。

[0051] 在气体供给部 301 中所包括的前体输送系统可以连接至前体气体控制器 308。前体输送系统可以使用前体材料供给器 302、气动阀门 304 和流量控制器 306 将它们各自的前体材料供应给前体气体控制器 308。前体气体控制器 308 可以连接至不同的前体输送系统并且将不同的前体输送系统与沉积室 316 隔离,以允许将期望前体材料输送至沉积室 316。前体气体控制器 308 可以包括诸如阀门、流量计、传感器等的器件以控制每种前体的给料速度。如图 3 所示,前体气体控制器 308 可以连接至控制器 340,并且可以通过从控制器 340 所接收的指令来控制前体气体控制器 308。气体供给部 301 也可以连接至控制器 340,并且控制器 340 可以通过控制气体供给部 301 的流量控制器 306 或其他组件来控制经由气体供给部 301 的前体材料的供给。

[0052] 前体气体控制器 308 根据从控制器 340 接收的指令可以打开和关闭阀门,以将前体输送系统之一连接至沉积室 316 并且通过供给管线 312 将期望前体材料输送至室 316。供给管线 312 可以连接至沉积室 316 的输入管线 314,使得沉积室 316 通过输入管线 314 接收期望前体材料。沉积室 316 可以令前体材料与包括在沉积室 316 中的安装硬件 318 上所放置的衬底相接触(expose)。沉积室 316 可以是适合于分散前体材料且使前体材料与衬底相接触的任何期望形状。在一个实例中,沉积室 316 可以具有圆柱形的侧壁和底部,并且可以通过由不与各种前体材料发生反应的材料(例如,钢、不锈钢、镍、铝、这些材料的合金或这些材料的其他组合)制成的壳体来围绕该沉积室。

[0053] 沉积室 316 可以具有输出管线 320 以允许前体材料以及其他气体和物质离开沉积室 316。真空泵 344 可以连接至沉积室 316 的输出管线 320 以便帮助从室 316 排出前体材料、气体以及其他物质。真空泵 344 可以受控制器 340 的控制并且可以用于将沉积室 316 内的压力降低至并控制为期望压力。可以根据需要打开和关闭主阀门 342,以允许真空泵 344 将压差施加给沉积室 316。

[0054] 也可以通过净化气体输送系统 339 帮助从沉积室 316 中排出前体材料以及其他气体和物质。净化气体输送系统 339 可以将净化气体输送至沉积室 316。净化气体输送系统 339 可以包括将诸如氩气(Ar)、氮气(N₂)或其他非活性气体的净化气体提供给沉积室 316 的气罐 335 或其他组件。净化气体输送系统还可以包括气动阀门 336 和流量控制器 338(例如,质量流量控制器或其他类型的控制器)并且可以通过控制器 340 进行控制。净化气体输送系统 339 可以通过多条净化管线将净化气体输送至沉积室 316。通过同时(例如,并行地)操作多条净化管线可以提高净化气体输送系统 339 的净化效率。

[0055] 气体循环系统可以连接至沉积室 316 的输出管线 320,其中,气体循环系统可以用于降低在沉积工艺中使用的前体材料的量。气体循环系统可以通过提供可以连接在沉积室 316 的输出管线 320 和输入管线 314 之间的循环管线 328 来降低前体浪费。循环管线 328 可以被配置为将离开沉积室 316 的气体传输至输入管线 314,从而可以使得离开沉积室 316 的气体通过输入管线 314 被传输回沉积室 316。

[0056] 循环管线 328 可以包括循环阀门 330,其中,循环阀门 330 可以被配置为打开和关闭循环管线 328。当通过打开循环阀门 330 来打开循环管线 328 时,离开沉积室 316 的气体

可以被传输回沉积室 316。当通过关闭循环阀门 330 来关闭循环管线 328 时,离开沉积室的气体不能被传输回沉积室 316。当以这种方式关闭循环管线 328 时,离开室 316 的气体可以从系统 300 中被排出并且通过真空泵 344 传输至排出系统或不通过室 316 进行再循环的情况下以其他方式被迫离开系统 300。

[0057] 如上所述,供给管线 312 可以连接至沉积室 316 的输入管线 314,使得沉积室 316 可以通过输入管线 314 接收前体材料。如图 3 所示,供给管线 312 可以包括供给阀门 310,其中,供给阀门 310 可以用于打开和关闭供给管线 312。可以打开和关闭循环阀门 330 和供给阀门 310 以控制通过输入管线 314 进入沉积室 316 的气体的成分。

[0058] 在一个实例中,循环阀门 330 和供给阀门 310 的打开和关闭可以控制 i)离开沉积室 316 的气体的量,以及 ii)在通过输入管线 314 进入沉积室 316 的气体中的来自气体供给部 301 的前体材料的量。因此,可以打开和关闭循环阀门 330 和供给阀门 310,以控制通过输入管线 314 进入沉积室 316 的气体的混合物,其中,该混合物可以仅包括来自气体供给部 301 的前体材料,仅包括通过输出管线 320 离开沉积室 316 的气体,或包括来自气体供给部 301 的前体材料和通过输出管线 320 离开沉积室 316 的气体的组合。

[0059] 气体循环系统也可以包括气体成分检测系统 346。气体成分检测系统 346 可以被配置为监测离开沉积室 316 的气体并且产生表示气体的成分的输出信号。气体成分检测系统 346 的输出信号可以用于决定离开沉积室 316 的气体应何时通过循环管线 328 循环回到室 316 中以及应何时通过净化气体输送系统 339 净化沉积室 316。气体成分检测系统 316 可以包括一个或多个不同的监测组件,例如,包括傅里叶变换红外光谱 (FTIR) 系统、非色散红外传感器 (NDIR) 系统、或 Piezocon 气体浓度传感器 (PZC) 系统。在气体成分检测系统 346 中可以使用各种其他类型的气体成分监测系统。

[0060] 气体成分检测系统 346 可以通过连接件 332 (例如,电气连接件、光学连接件等)连接至控制器 340。如上所述,控制器 340 也可以连接至气体供给部 301 和前体气体控制器 308。控制器 340 可以通过控制气体供给部 301 或前体气体控制器 308 来控制到达沉积室 316 的前体材料的供给。控制器 340 可以基于来自气体成分检测系统 346 的输出信号控制气体供给部 301 或前体气体控制器 308。另外,在另一个实例中,可以基于来自气体成分检测系统 346 的输出信号打开和关闭循环阀门 330 和供给阀门 310 (例如,以控制通过输入管线 314 进入室 316 的气体的混合物,其中,该混合物可以包括来自气体供给部 301 的气体以及通过输出管线 320 离开室 316 的气体)。

[0061] 气体循环系统还可以包括过滤器 326,其中过滤器 326 被配置为去除离开沉积室 316 的气体中的污染物或颗粒。可以在通过循环管线 328 将气体传输回沉积室 316 之前,通过过滤器 326 去除污染物或颗粒。通过过滤器 326 去除的污染物或颗粒可以存储在过滤器 326 中或可以通过过滤器 326 的管线 350 排出或以其他方式被丢弃。

[0062] 如果确定过滤器 326 是不必要的 (例如,其中,可以基于由气体成分检测系统 346 所产生的信号来进行判定),则可以使用旁路管线 322。旁路管线 322 可以允许离开沉积室 316 的气体在不通过过滤器 326 的情况下被传输回沉积室 316 (即,通过循环管线 328)。可以通过控制阀门 324 和 334 来启用或禁用旁路管线 322。例如,当打开旁路管线 322 上的阀门 334 且关闭阀门 324 时,可以启用旁路管线 322,使得在将气体循环回到室 316 的过程中不使用过滤器 326。相比之下,当关闭旁路管线 322 上的阀门 334 且打开阀门 324 时,可以

禁用旁路管线 322,使得在将气体循环回到室 316 之前,使用过滤器去除污染物或颗粒。可以基于由气体成分检测系统 346 所产生的输出信号来控制阀门 324 和 334。例如,阀门 324 和 334 可以是气动阀门或其他类型的阀门。

[0063] 图 4 是示出为原子层沉积(ALD)工艺供应前体材料的示例性方法的流程图 400。在步骤 402 中,将一种或多种前体材料提供给沉积室。在步骤 404 中,监测离开沉积室的气体的成分。在步骤 406 中,通过循环系统将离开沉积室的气体传输回沉积室。在步骤 408 中,基于监测到的离开沉积室的气体的成分来控制一种或多种前体材料的供给和回到沉积室的气体的传输。

[0064] 该书面说明使用多个实例来公开本发明,包括最佳的实施方式,并且也使得本领域的技术人员能够实现和使用本发明。本发明的专利范围可以包括其他实例。应该理解,除非上下文中另行明确规定,否则如此处说明书和后续整个权利要求书中所使用的“一”“一个”和“这个”的含义包括复数引用。此外,除非上下文中另行明确规定,否则如此处说明书和后续整个权利要求书中所使用的“在…中”的含义包括“在…中”和“在…上”。另外,除非上下文中另行明确规定,否则如此处说明书和后续整个权利要求中所使用的“每个”的含义并不要求是“每个和每一个”。最后,除非上下文中另行明确规定,否则如此处说明书和后续整个权利要求中所使用的“和”和“或”的含义包括两者均包括和两者择其一这两种含义并且可交换地使用;词组“除…以外”可以用于表示仅可以使用分离含义的情况。

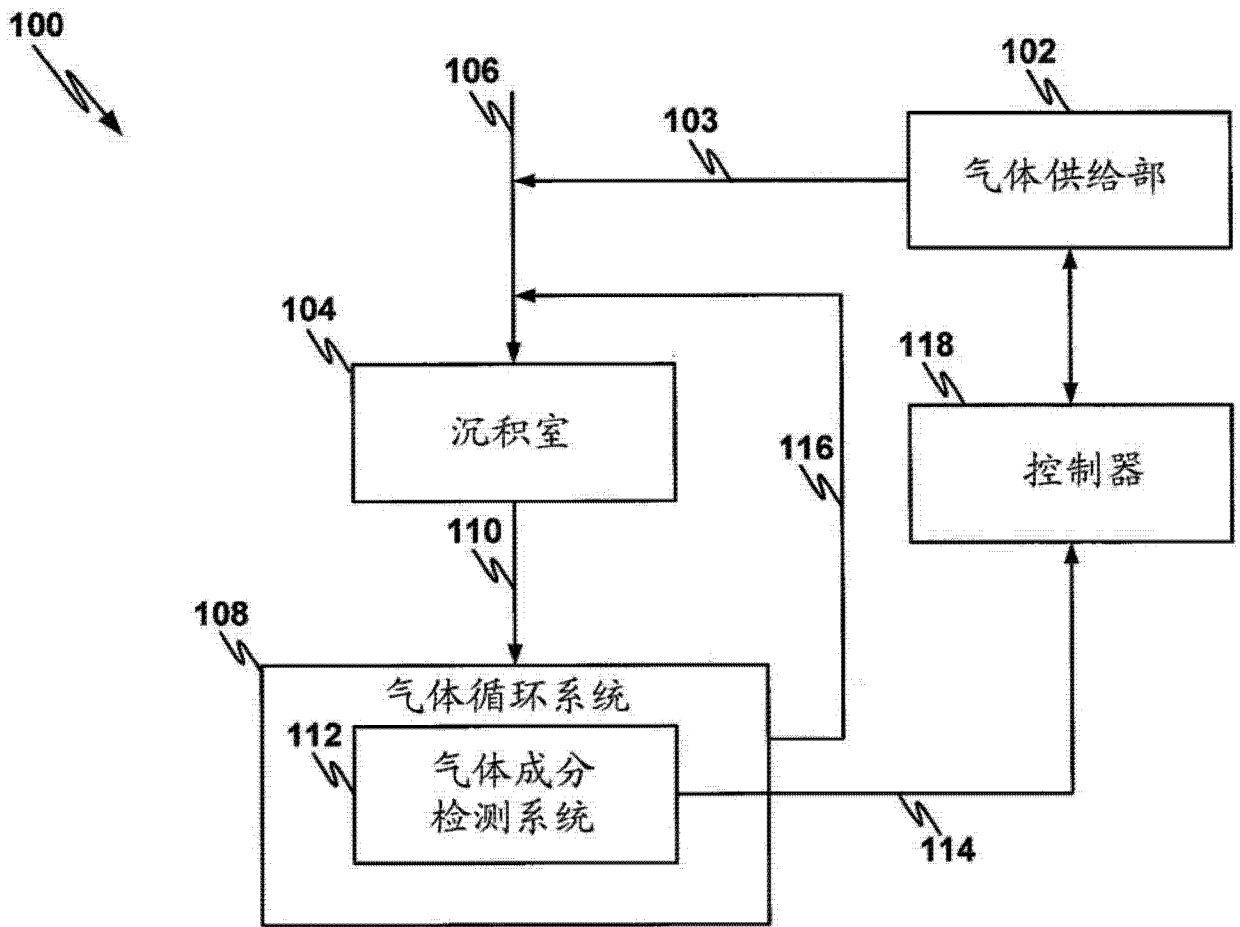


图 1

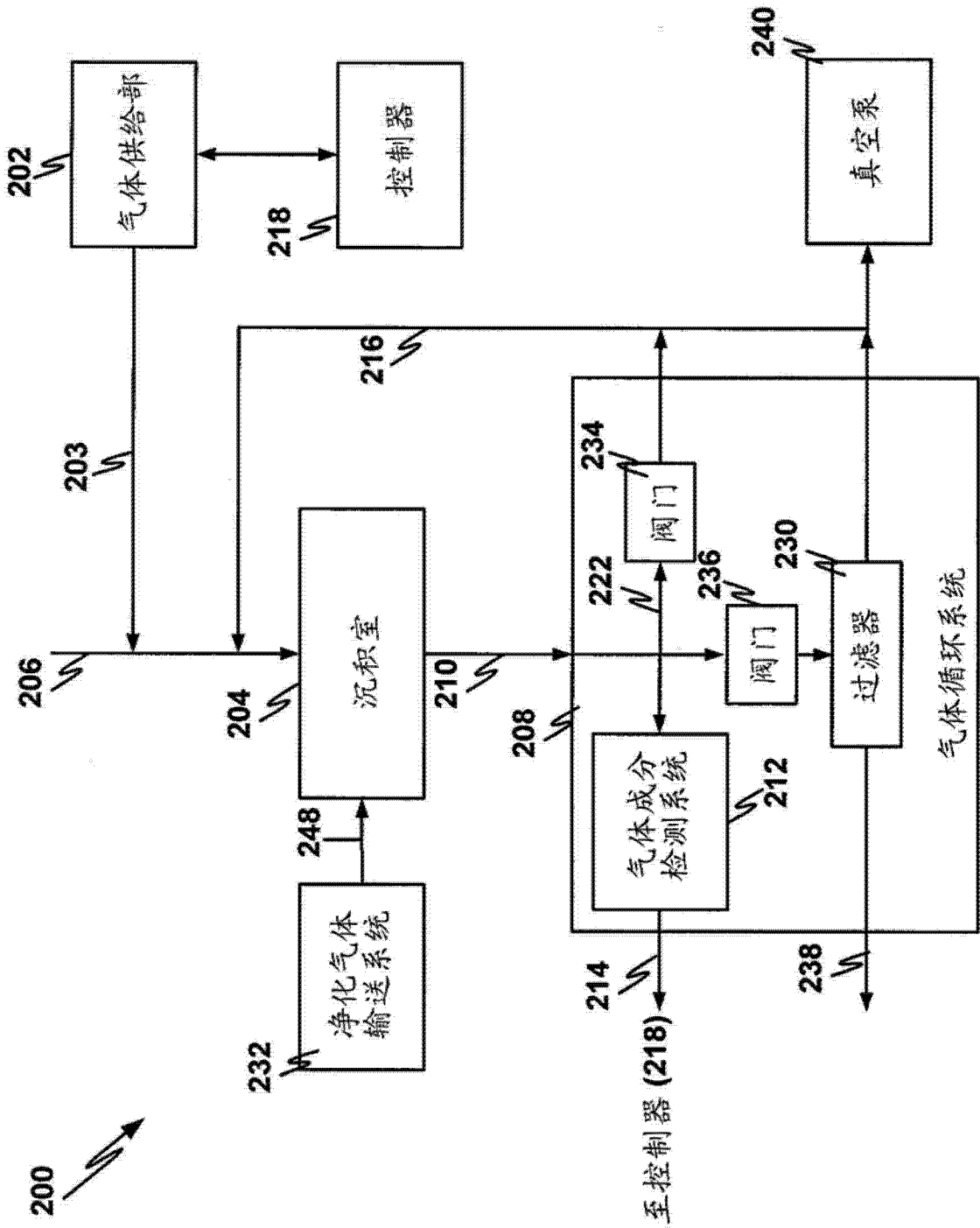


图 2

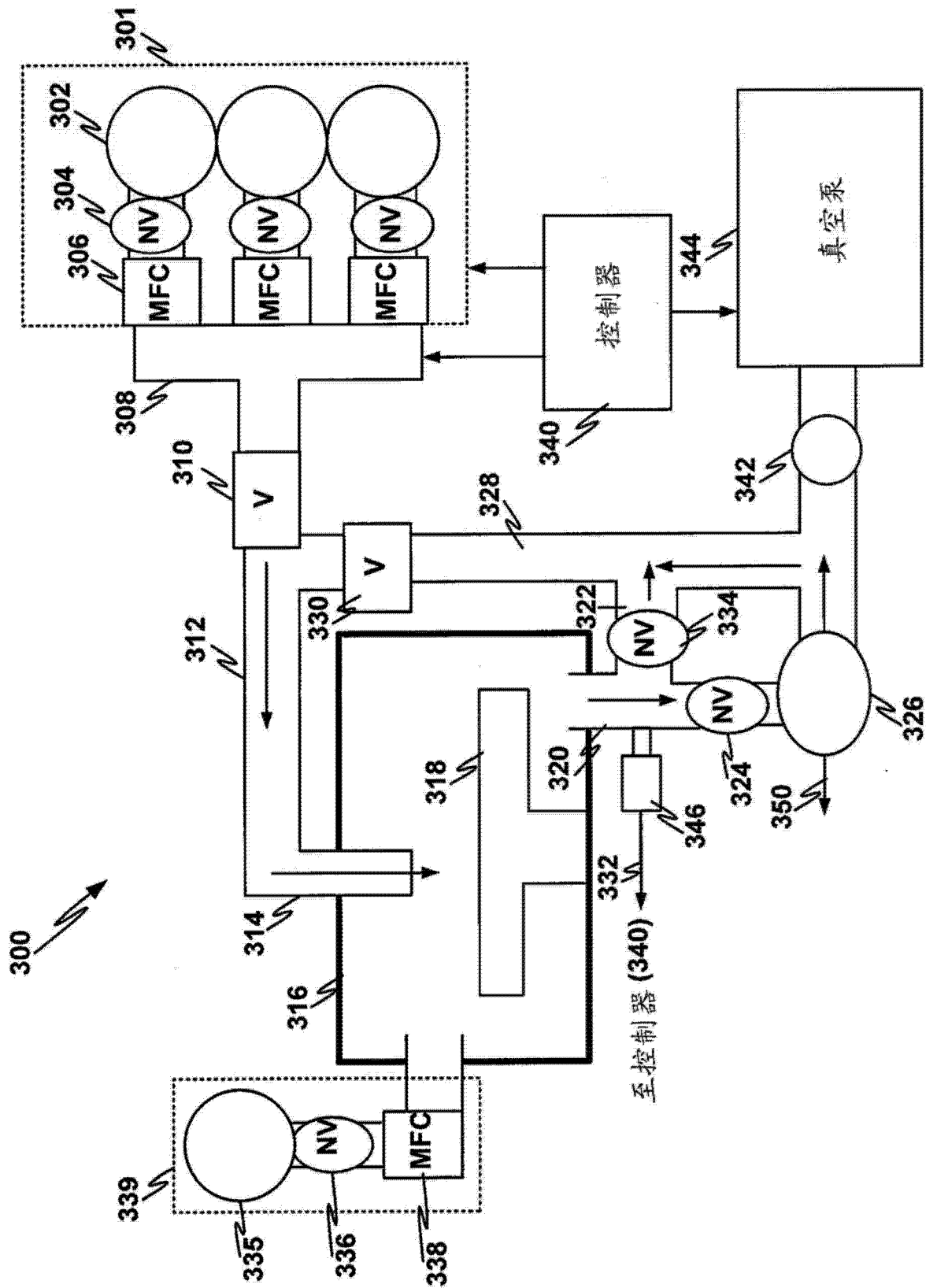


图 3

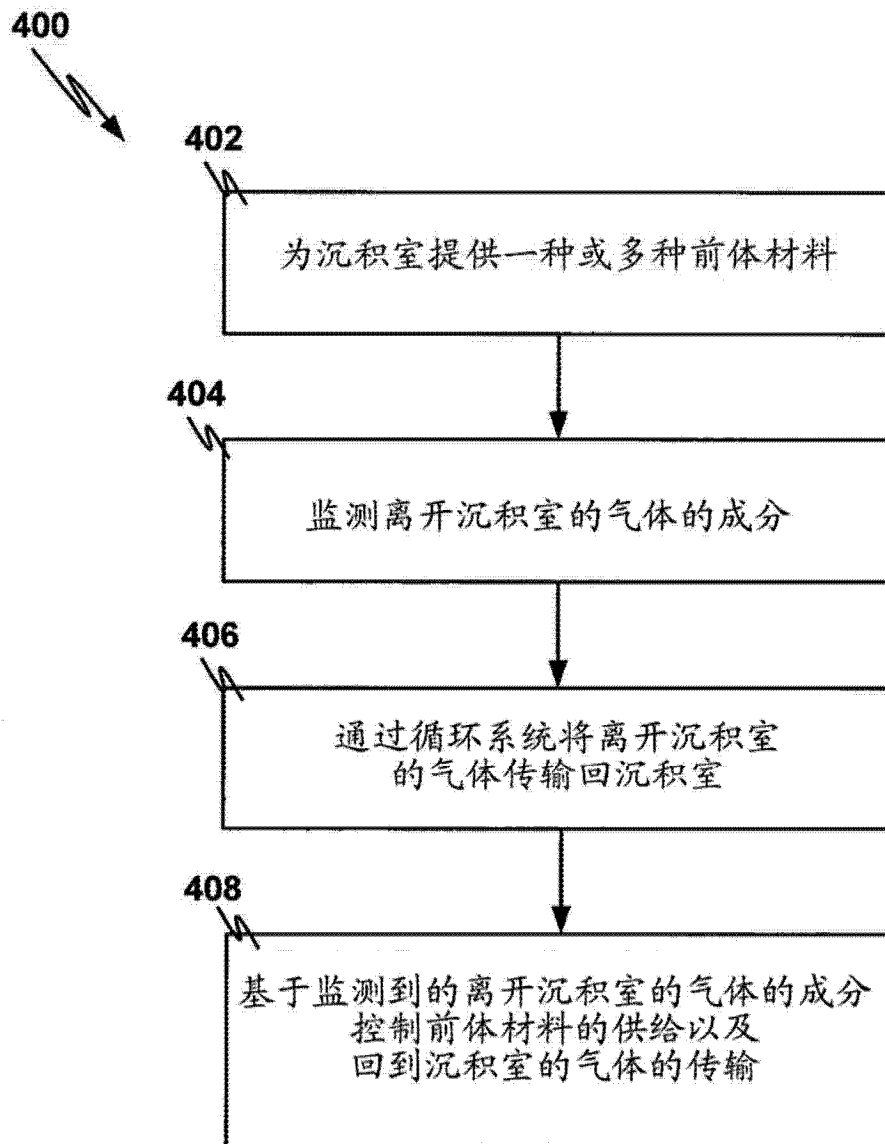


图 4