



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103966576 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 29

(21) 申请号 201410044063. 7

(22) 申请日 2014. 01. 30

(30) 优先权数据

2013-016181 2013. 01. 30 JP

2014-005264 2014. 01. 15 JP

(73) 专利权人 株式会社日立国际电气
地址 日本东京都

(72) 发明人 竹林雄二 岛田真一 守川敦史

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 杨宏军 李文屿

(51) Int. Cl.

C23C 16/455(2006. 01)

C23C 16/40(2006. 01)

C23C 16/52(2006. 01)

H01L 21/316(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101023515 A, 2007. 08. 22, 说明书第
5-12 页, 说明书附图 1-8.

CN 101819920 A, 2010. 09. 01, 全文.

US 2011/0033956 A1, 2011. 02. 10, 全文.

KR 10-1037962 B1, 2011. 05. 24, 全文.

US 2012/0073500 A1, 2012. 03. 29, 说明书第
0027-0133 段, 说明书附图 1-7.

KR 10-2011-0047183 A, 2011. 05. 06, 全文.

审查员 漆海清

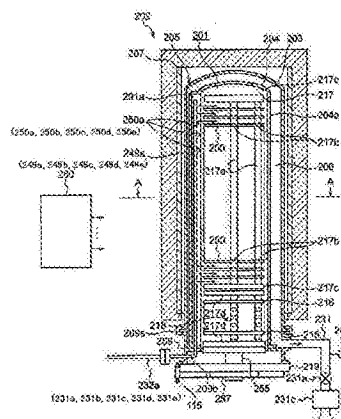
权利要求书3页 说明书20页 附图10页

(54) 发明名称

基板处理装置、半导体器件的制造方法及程
序

(57) 摘要

本发明提供基板处理装置、半导体器件的制造方法及程序, 提高半导体器件的制造品质和提高半导体器件的制造生产能力。基板处理装置包括: 收纳基板的处理室; 向基板供给原料气体的原料气体供给系统; 经第 1 反应气体供给管向基板供给反应气体的第 1 反应气体供给系统; 经与第 1 反应气体供给管连接的第 2 反应气体供给管向基板供给反应气体的第 2 反应气体供给系统, 在第 2 反应气体供给管设有储存反应气体的气体积存部, 经该气体积存部向基板供给反应气体; 控制部, 控制原料气体供给系统、第 1 反应气体供给系统及第 2 反应气体供给系统, 进行向基板供给原料气体的处理、和从第 1 反应气体供给管及第 2 反应气体供给管向基板供给反应气体的处理。



1. 一种基板处理装置,包括:

处理室,其收纳基板;

原料气体供给系统,其向所述处理室供给原料气体;

第1反应气体供给系统,其经由在第1位置与所述处理室连接的第1反应气体供给管向所述处理室供给反应气体;

第2反应气体供给系统,其经由一端与所述第1反应气体供给管连接、另一端在不同于所述第1位置的第2位置连接于所述处理室的第2反应气体供给管而向所述处理室供给所述反应气体,且该第2反应气体供给系统中,在所述第2反应气体供给管设有储存所述反应气体的气体积存部,经由该气体积存部向所述处理室供给所述反应气体;

控制部,其控制所述原料气体供给系统、所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,进行将所述原料气体向收纳有基板的所述处理室供给的处理和从第1反应气体供给管及所述第2反应气体供给管同时向所述处理室供给所述反应气体的处理。

2. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其中,

所述控制部控制所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,在向所述处理室供给所述原料气体时,同时在所述气体积存部储存所述反应气体。

3. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其中,

包括第3反应气体供给系统,其包括一端与所述第1反应气体供给管连接、另一端在不同于所述第1位置和所述第2位置的第3位置连接于所述处理室的第3反应气体供给管;以及设于所述第3反应气体供给管的第2气体积存部,

所述控制部控制所述第1反应气体供给系统、所述第2反应气体供给系统及所述第3反应气体供给系统,在向所述处理室供给所述反应气体时,从第1反应气体供给管、所述第2反应气体供给管及所述第3反应气体供给管同时向所述处理室供给所述反应气体。

4. 根据权利要求2所述的基板处理装置,其中,

所述第1反应气体供给系统还具有反应气体活化装置,该反应气体活化装置设置在所述第1反应气体供给管的比与所述第2反应气体供给管的连接部更靠上游侧的位置,

所述控制部控制所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,在向所述处理室供给所述原料气体时,从所述反应气体活化装置经由所述第2反应气体供给管而将所述反应气体储存到所述气体积存部。

5. 根据权利要求4所述的基板处理装置,其中,

所述反应气体活化装置是臭氧发生器,经由所述反应气体活化装置被供给到所述处理室的反应气体是臭氧。

6. 根据权利要求2所述的基板处理装置,其中,

所述第2反应气体供给系统包括设于所述气体积存部的压力计、和与所述反应气体活化装置和所述气体积存部之间的所述第2反应气体供给管连接的放气管线,

所述控制部控制所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,在将所述反应气体储存于所述气体积存部时,在所述压力计的值达到规定值时停止向所述气体积存部供给所述反应气体而将所述反应气体向所述放气管线供给。

7. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其中,

所述处理室中将多个基板层叠地收纳,

所述原料气体供给系统具有原料气体喷嘴,所述原料气体喷嘴与原料气体供给管连接,在所述处理室内沿所述多个基板的层叠方向延伸,具有向所述处理室喷出所述原料气体的原料气体喷出孔,

所述第1反应气体供给系统具有第1反应气体喷嘴,所述第1反应气体喷嘴与所述第1反应气体供给管连接,在所述处理室内沿所述多个基板的层叠方向延伸,具有向所述处理室喷出所述反应气体的第1反应气体喷出孔,

所述第2反应气体供给系统具有第2反应气体喷嘴,所述第2反应气体喷嘴与所述第2反应气体供给管连接,在所述处理室内沿所述多个基板的层叠方向延伸,具有向所述处理室喷出所述反应气体的第2反应气体喷出孔。

8. 根据权利要求7所述的基板处理装置,其中,

在所述处理室的内壁具有向径向外侧突出设置的喷嘴收纳部,

所述原料气体喷嘴、所述第1反应气体喷嘴和所述第2反应气体喷嘴配置在所述喷嘴收纳部中。

9. 一种基板处理装置,包括:

处理室,其收纳基板;

第1反应气体供给管线,其在第1位置与所述处理室连接,对所述处理室供给反应气体;

第1阀,进行所述第1反应气体供给管线的开闭;

第2反应气体供给管线,其一端在所述第1阀的上游侧与所述第1反应气体供给管线连接,另一端在不同于所述第1位置的第2位置与所述处理室连接,对所述处理室供给反应气体;

气体积存部,其设于所述第2反应气体供给管线;

第2阀,其设于所述第1反应气体供给管线与所述气体积存部之间,进行所述第2反应气体供给管线的开闭;

第3阀,其设于所述气体积存部与所述处理室之间,进行所述第2反应气体供给管线的开闭;

控制部,其控制所述第1阀、所述第2阀及所述第3阀,在将所述第1阀和所述第3阀关闭的状态下打开所述第2阀而将所述反应气体储存于所述气体积存部,在对收纳有基板的所述处理室供给所述反应气体时,打开所述第1阀及所述第3阀而从所述第1反应气体供给管线及所述第2反应气体供给管线同时将所述反应气体向所述处理室供给。

10. 根据权利要求9所述的基板处理装置,其中,

具有对收纳有基板的所述处理室供给原料气体的原料气体供给管线、和开闭所述原料气体供给管线的第4阀,

所述控制部控制所述第1阀、所述第2阀、所述第3阀及所述第4阀,交替进行如下处理:在将所述第1阀关闭的状态下打开所述第4阀而从所述原料气体供给管线向所述处理室供给所述原料气体的处理;在将所述第1阀及所述第3阀关闭的状态下打开所述第2阀而将所述反应气体储存于所述气体积存部的处理;以及,打开所述第1阀及所述第3阀而从所述第1反应气体供给管线及所述第2反应气体供给管线同时将所述反应气体向所述处理室供给的处理。

11. 一种半导体器件的制造方法,交替进行如下工序:

向收纳有基板的处理室供给原料气体的工序；

从在第1位置与所述处理室连接的第1反应气体供给管及设有积存反应气体的气体积存部的第2反应气体供给管同时向所述处理室供给反应气体的工序,所述第2反应气体供给管的一端与所述第1反应气体供给管连接,另一端在不同于所述第1位置的第2位置与所述处理室连接。

12.一种程序,使计算机交替执行如下步骤:

对收纳有基板的处理室供给原料气体的步骤;

从第1反应气体供给管及第2反应气体供给管同时向所述处理室供给反应气体的步骤,所述第1反应气体供给管在第1位置与所述处理室连接,所述第2反应气体供给管的一端与所述第1反应气体供给管连接、另一端在不同于所述第1位置的第2位置与所述处理室连接,并设有积存反应气体的气体积存部;

在设于所述第2反应气体供给管的气体积存部储存所述反应气体的步骤。

基板处理装置、半导体器件的制造方法及程序

技术领域

[0001] 本发明涉及基板处理装置、半导体器件的制造方法及程序。

背景技术

[0002] 参照专利文献1、2,作为半导体器件的制造工序的一个工序具有如下技术:交替供给作为处理气体的原料气体和反应气体,在基板上形成膜。

[0003] 专利文献1:日本特开2012-142367号公报

[0004] 专利文献2:日本特开2012-134311号公报

发明内容

[0005] 由于半导体器件的微细化,晶圆表面积增加,而且需要向更深的槽进行成膜等的微细处理。此外,为了提高半导体器件的制造生产能力(through-put),而进行晶圆的大型化或处理片数的增加,从而容纳晶圆的处理室也变得大型化。为了对该大型化的晶圆进行均匀的处理,要求增加处理气体的供给量。

[0006] 本发明的主要目的在于提高半导体器件的制造品质和提高半导体器件的制造生产能力。

[0007] 根据本发明的一方案,提供一种基板处理装置,包括:

[0008] 处理室,其收纳基板;

[0009] 原料气体供给系统,其向所述基板供给原料气体;

[0010] 第1反应气体供给系统,其经由第1反应气体供给管向所述基板供给反应气体;

[0011] 第2反应气体供给系统,其经由与所述第1反应气体供给管连接的第2反应气体供给管而向所述基板供给所述反应气体,且该第2反应气体供给系统中,在所述第2反应气体供给管设有储存所述反应气体的气体积存部,经由该气体积存部向所述基板供给所述反应气体;

[0012] 控制部,其控制所述原料气体供给系统、所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,进行将所述原料气体向基板供给的处理和从第1反应气体供给管及所述第2反应气体供给管向所述基板供给所述反应气体的处理。

[0013] 根据本发明,能够提高半导体器件的品质和提高半导体器件的制造生产能力。

附图说明

[0014] 图1是用于说明本发明的优选实施方式的基板处理装置的立式处理炉的概略结构图,表示处理炉部分的纵剖视图。

[0015] 图2是用图1的A-A线剖视图表示图1所示的立式处理炉的处理炉部分的概略剖视图。

[0016] 图3是用于说明本发明的优选实施方式的基板处理装置的原料供给系统的概略图。

- [0017] 图4是用于说明本发明的优选实施方式的基板处理装置的控制器的概略图。
- [0018] 图5是用于说明使用本发明的优选实施方式的基板处理装置来制造锆氧化膜的工艺的流程图中。
- [0019] 图6是用于说明使用本发明的优选实施方式的基板处理装置来制造锆氧化膜的工艺的一例的时序图。
- [0020] 图7是表示环境温度与O₃气体的寿命的关系的图。
- [0021] 图8是用于说明使用本发明的优选实施方式的基板处理装置来制造锆氧化膜的工艺的其它例的时序图。
- [0022] 图9是使用本发明的优选实施方式的基板处理装置及顺序的实施例的O₃气体流量与以往技术中的O₃气体流量的比较图。
- [0023] 图10是表示本发明的其它实施方式的立式处理炉的处理炉部分的图1的A—A线概略水平剖视图。
- [0024] 图11是表示本发明的其它实施方式的立式处理炉的处理炉部分的图1的A—A线概略水平剖视图。
- [0025] 附图标记的说明
- [0026] 200晶圆
- [0027] 201处理室
- [0028] 202处理炉
- [0029] 205加工处理管
- [0030] 220臭氧发生器
- [0031] 232a, 232b, 232c, 232d, 232e, 232f, 232g, 232h,
- [0032] 232j, 232k气体供给管
- [0033] 235a, 235b, 235c, 235d, 235e, 235f, 235g质量流量控制器
- [0034] 295d, 295e液体质量流量控制器
- [0035] 249a, 249b, 249c, 249d, 249e, 249f, 249g喷嘴
- [0036] 269温度传感器
- [0037] 270d, 270e气化器
- [0038] 280控制器
- [0039] 301d, 301e气体过滤器
- [0040] 245, 604c, 604f压力传感器
- [0041] 603c, 603f气体罐

具体实施方式

- [0042] 接着,说明本发明的优选实施方式。
- [0043] 近年来,随着半导体器件的高密度化,要求膜比形成器件时的绝缘膜薄。但是,若减薄绝缘膜,则流过隧道电流,因此作为实际效果而言,希望是即使减薄实际也不会产生隧道效应的厚度。作为这样的膜,有作为具有高介电常数的绝缘膜的高介电常数膜(High-k膜)。例如若是硅氧化膜(SiO₂膜),4.5nm的厚度就能得到按SiO₂膜换算为同等的介电常数。
- [0044] 由于High-k膜的出现,作为主要用于DRAM(Dynamic Random Access Memory,动

态随机存取存储器)的电容的绝缘膜,可适用铪氧化膜(HfO_2 膜)、锆氧化膜(ZrO_2 膜)等。形成这些绝缘膜时,有时采用如下方法:将通过气化器等使有机类高介电化合物(有机类化合物)气化而成的气体用作原料气体(第1处理气体),使用作为氧化气体的臭氧(O_3 气体)作为反应气体(第2处理气体),将原料气体和反应气体交替供给到基板。

[0045] 但是,这种方法中的有机类化合物的成膜温度为 $200\sim 300^\circ\text{C}$ 左右的低温,因此若在反应气体未被充分活化的状态将其供给到基板而在基板上形成High-k膜,则不仅无法得到所希望的成膜速度,而且有时产生如下问题:在具有沟道(trench)(槽)构造的图案基板的基板中央部,膜厚降低而台阶覆盖性(step coverage)降低,或由于图案的疏密而导致膜厚发生变动(负载(load)效应)。

[0046] 此时,为了增大成膜速度、改善台阶覆盖性、负载效应,考虑增大反应气体的供给量、延长供给时间。但是,这样会导致对于臭氧发生器的成本增加、成膜时间的增大,结果可能导致生产能力(生产率)恶化、或因原料消耗量的增大导致的制造成本增大而COO(Cost Of Ownership:每一片的制造成本)恶化。

[0047] 本发明人等为了解决这些问题而发现通过增加向作为基板的晶圆供给的多种处理气体的供给量,能够对形成于晶圆上的微细构造实施均匀的处理、对晶圆整个表面实施均匀的处理。并且如以下所说明,为了不延长成膜等的基板处理时间就能增加对晶圆供给的处理气体的供给量,发明了如下技术:增加处理气体的每一次的供给量,而且使处理气体的供给时间为短时间。

[0048] (第1实施方式)

[0049] 以下,参照附图详细说明本发明的优选实施方式。

[0050] 首先,对在本发明的优选实施方式中使用的基板处理装置进行说明。该基板处理装置构成为在半导体器件的制造工序的一个工序中所使用的半导体器件的制造装置的一例。

[0051] 在以下的说明中,作为基板处理装置的一例,针对使用一次对多片基板进行成膜处理等的批量式的立式装置这样的基板处理装置的情况进行说明。

[0052] 参照图1及图2,说明基板处理装置的处理炉202。

[0053] (处理室)

[0054] 处理炉202具有以中心线垂直的方式纵向配置且被壳体(未图示)固定地支承的作为反应管的立式加工处理管205。加工处理管205包括内管204和外管203。内管204及外管203例如由石英(SiO_2)或碳化硅(SiC)、石英和碳化硅的复合材料等耐热性高的材料而分别一体地成型为圆筒形状。

[0055] 内管204形成为上端封闭、下端开口的圆筒形状。在内管204内形成有处理室201,该处理室201收纳由作为基板保持件的舟皿217以水平姿势方式呈多层地层叠的晶圆200并对其进行处理。内管204的下端开口构成用于使保持着晶圆200群的舟皿217进出的炉口。因此,内管204的内径设定为比保持着晶圆200群的舟皿217的最大外径大。外管203为一部分与内管204同心的圆形,其内径大于内管204,形成为上端封闭、下端开口的圆筒形状,以包围内管204的外侧的方式与内管204为同心圆地包覆内管204。外管203之间的下端部隔着O型密封圈(未图示)安装于歧管209上部的凸缘209a,被O型密封圈气密地密封。内管204的下端部搭载于歧管209的内侧的圆形环部209b上。歧管209是为了对内管204及外管203进行维

护检修作业和清扫作业而可自由装拆地安装于内管204及外管203。歧管209支承于壳体(未图示),由此加工处理管205成为被垂直地安置的状态。需要说明的是,以下,有时将形成于外管205内的空间称为处理室201。

[0056] (排气单元)

[0057] 在歧管209的侧壁的一部分连接有用于将处理室201内的气氛气体排出的排气管231。在歧管209与排气管231的连接部形成有用于将处理室201内的气氛气体排出的排气口。排气管231内经由排气口而与由形成于内管204与外管203之间的间隙构成的排气路内连通。需要说明的是,排气路的横截面形状为大致圆形环形状。由此,能够如后述那样从形成于内管204的排气孔204a的上端到下端均匀地排气。即,能够对载置于舟皿217的多片晶圆200全部进行均匀地排气。在排气管231,从上游起依次设有压力传感器245、作为压力调整器的APC(Auto Pressure Controller,自动压力控制器)阀231a、作为真空排气装置的真空泵231c。真空泵231c构成为可真空排气使得处理室201内的压力为规定压力(真空度)。APC阀231a及压力传感器245与控制器280电连接。控制器280构成为基于由压力传感器245检测到的压力来控制APC阀231a的开度,以使得处理室201内的压力在所希望的时刻成为所希望的压力。主要由排气管231、压力传感器245、APC阀231a构成本实施方式的排气单元(排气系统)。此外,排气单元也可以包含真空泵231c。此外,有时在排气管231连接有用于捕捉排气气体中的反应副产物、未反应的原料气体等的捕集装置、除去排气气体中所含的腐蚀性成分、有毒成分等的除害装置。在该情况下,排气单元还可以包含捕集装置、除害装置。需要说明的是,有时将排气管231内称为排气管线。

[0058] (基板保持件)

[0059] 封闭歧管209的下端开口的密封盖219从垂直方向下侧抵接于歧管209。密封盖219形成为外径与外管203的外径相同或比其大的圆盘形状,借助垂直设于加工处理管205的外部的后述的舟皿升降机115而以水平姿势的方式在垂直方向升降。

[0060] 作为保持晶圆200的基板保持机构(基板保持件)的基板保持构件即舟皿217垂直地立足于密封盖219上地被支承。舟皿217包括上下一对的端板217c、垂直地设于端板217c之间的多个保持构件217a。端板217c及保持构件217a由例如石英(SiO_2)或碳化硅(SiC)、石英和碳化硅的复合材料等耐热性材料构成。在各保持构件217a沿长度方向等间隔地设有多条保持槽217b。晶圆200的圆周缘分别插入多个保持构件217a上的同一层的保持槽217b内,由此将多片晶圆200以水平姿势且中心彼此对齐的状态层叠多层地保持。

[0061] 此外,上下一对的辅助端板217d被多个辅助保持构件218支承地设于舟皿217与密封盖219之间。在各辅助保持构件218设有多条保持槽。在保持槽以水平姿势且为多层的方式装填有由例如石英(SiO_2)、碳化硅(SiC)等耐热性材料构成的呈圆板形状的多片隔热板216。利用隔热板216使得来自后述的加热器单元207的热难以向歧管209侧传递。此外,能够抑制在载置于舟皿217的多片晶圆200的下侧的温度降低。

[0062] 在密封盖219的与处理室201相反的一侧设有使舟皿217旋转的旋转机构267。旋转机构267的旋转轴255贯穿密封盖219而从下方支承舟皿217。通过使旋转轴255旋转而能够在处理室201内使晶圆200旋转。密封盖219被构成为借助作为搬送手段(搬送机构)的舟皿升降机115而在垂直方向上升降,由此能够将舟皿217向处理室201内外搬送。

[0063] (加热器单元)

[0064] 在外管203的外部,以包围外管203的方式设有对加工处理管205内在其整体范围内加热成均匀或规定的温度分布的、作为加热手段(加热机构)的加热器单元207。加热器单元207被支承于基板处理装置的壳体(未图示)而呈垂直安置的状态,构成为例如碳加热器等电阻加热器。在加工处理管205内设有作为温度检测器的温度传感器269。主要由加热器单元207、温度传感器269构成本实施方式的加热单元(加热系统)。

[0065] (气体供给单元)

[0066] 在内管204的侧壁(与后述的排气孔204a间隔180度相反一侧的位置)形成有通道形状的预备室201a,该预备室201a以从内管204的侧壁向内管204的径向外方突出地在垂直方向延伸得较长的方式形成。预备室201a的侧壁构成内管204的侧壁的一部分。此外,预备室201a的内壁构成处理室201的内壁的一部分。在预备室201a的内部,沿着预备室201a的内壁(即处理室201的内壁)设有从预备室201a的内壁的下部向上部沿着晶圆200的层叠方向延伸、且向处理室201内供给气体的喷嘴249a、249b、249c、249d、249g。即,喷嘴249a、249b、249c、249d、249g在排列有晶圆200的晶圆排列区域的侧方的、水平地包围晶圆排列区域的区域,沿着晶圆排列区域地被设置。喷嘴249a、249b、249c、249d、249g构成为L字型的长喷嘴,其水平部贯穿歧管209,其垂直部设置为至少从晶圆排列区域的一端侧向另一端侧立起。为了便于说明,图1中记载了1个喷嘴,但实际上如图2所示设有5个喷嘴249a、249b、249c、249d、249g。在喷嘴249a、249b、249c、249d、249g的侧面分别设有用于供给气体的许多气体供给孔250a、250b、250c、250d、250g。气体供给孔250a、250b、250c、250d、250g从下部到上部分别具有相同或带有较大梯度的开口面积,并且以相同的开口间距设置。

[0067] 贯穿歧管209的喷嘴249a、249b、249c、249d、249g的水平部的端部在加工处理管205的外部分别与作为气体供给管线的气体供给管232a、232b、232c、232d、232g连接。

[0068] 如此,本实施方式的气体供给的方法,经由配置在预备室201a内的喷嘴249a、249b、249c、249d、249g来搬送气体,从分别开口于喷嘴249a、249b、249c、249d、249g的气体供给孔250a、250b、250c、250d、250g在晶圆200的附近开始向内管204内喷出气体。

[0069] 在内管204的侧壁、且与喷嘴249a、249b、249c、249d、249g相对的位置,即与预备室201a呈180度相反一侧的位置,沿垂直方向细长地开设有例如狭缝状的作为贯穿孔的排气孔204a。处理室201和由形成于内管204与外管203之间的间隙构成的排气路206经由排气孔204a而连通。从而,从喷嘴249a、249b、249c、249d、249g的气体供给孔250a、250b、250c、250d、250g供给到处理室201内的气体经由排气孔204a而流入排气路206内之后,经由排气口流入排气管231内,被向处理炉202外排出。此时,从气体供给孔250a、250b、250c、250d、250g供给到处理室201内的晶圆200附近的气体向水平方向、即与晶圆200的表面平行的方向流动后,经由排气孔204a流入排气路206内。也就是说,处理室201内的气体的主要流动方向为水平方向、即与晶圆200的表面平行的方向。通过这样构成,由此能够向各晶圆200均匀地供给气体,具有能够使形成于各晶圆200的薄膜的膜厚均匀的效果。需要说明的是,排气孔204a不限于构成为狭缝状贯穿孔的情况,也可以由多个孔构成。

[0070] 接着,参照图3说明本实施方式的气体供给系统。

[0071] (惰性气体供给系统)

[0072] 在气体供给管232a,从上游侧起依次分别设有作为流量控制装置(流量控制部)的MFC(质量流量控制器)235a及作为开闭阀的阀233a,例如作为惰性气体的氮气(N_2)气体通

过气体供给管232a及喷嘴249a被供给到处理室201。主要由喷嘴249a、气体供给管232a、MFC235a和阀233a构成第1惰性气体供给系统。

[0073] 在气体供给管232g,从上游侧起依次分别设有作为流量控制装置(流量控制部)的MFC(质量流量控制器)235g及作为开闭阀的阀233g,例如作为惰性气体的氮气(N_2)气体通过气体供给管232g及喷嘴249g被供给到处理室201。主要由喷嘴249g、气体供给管232g、MFC235g和阀233g构成第2惰性气体供给系统。

[0074] 惰性气体供给系统由第1惰性气体供给系统和第2惰性气体供给系统的任一或双方构成。根据对基板的处理不同,可以分别使用两个惰性气体供给系统,但通过使用第1惰性气体供给系统和第2惰性气体供给系统二者,能够对基板实施均匀的处理。此外,如图2所示,喷嘴249a和喷嘴249g优选是以隔着其它喷嘴的方式配置。通过这样配置,可以提高对晶圆200的处理均匀性。但也可以不设置惰性气体供给系统。

[0075] (反应气体供给系统)

[0076] 在气体供给管232b,从上游方向起依次设有作为反应气体活化装置的臭氧发生器即臭氧发生器220、作为开闭阀的阀233b、作为流量控制器(流量控制部)的质量流量控制器(MFC)235b及作为开闭阀的阀233b。在气体供给管232b的前端部连接有上述喷嘴249b。

[0077] 气体供给管232b的上游侧与用于供给作为反应气体的例如作为氧化气体的氧气(O_2)气体的未图示的氧气供给源连接。供给到臭氧发生器220的 O_2 气体成为作为第1反应气体的氧化气体即臭氧(O_3)气体,被供给到处理室201内。主要由喷嘴249b、气体供给管232b、MFC235b和阀233b构成第1反应气体供给系统(也称为第1氧化气体供给系统、第1处理气体供给系统)。需要说明的是,第1反应气体供给系统也可包含臭氧发生器220。

[0078] 本发明人等发现通过增加对该晶圆200供给的 O_3 气体的供给量,能够对形成于晶圆200的微细构造实施均匀的处理、对晶圆200的整个表面实施均匀的处理。进而发现,在一次处理多片晶圆时,可以对多片晶圆群实施均匀的处理。

[0079] 作为增加对晶圆200供给的 O_3 气体的供给量的方法,可以考虑增加上述的臭氧发生器220的数量。但是,臭氧发生器220非常昂贵,会花费成本。因此发现,通过设置具有后述的气体罐603c、604c的第2反应气体供给系统,能够变得便宜。以下说明该结构。

[0080] 首先,在气体供给管232b的MFC235b的上游侧连接气体供给管232h,进而在气体供给管232h连接气体供给管232c。在气体供给管232c,从上游方向起依次设有:向作为使 O_3 气体失活的失活机构(除害机构)的臭氧消除器(未图示)排出气体的除害管线即放气管线600c;控制对臭氧消除器的气体供给的接通/关闭的阀601c;阀602c;作为积存气体的气体积存部的气体罐(臭氧储存机构)603c;测定气体罐内的压力的压力传感器604c;MFC235c;阀233c。气流例如是在臭氧发生器220生成的 O_3 气体经由气体供给管232b、232h而通过气体供给管232c被供给到气体罐603c,储存于气体罐603c直到达到规定压力。从气体罐603c,被MFC235c调整了流量之后,经由阀233c而向处理室201供给 O_3 气体。主要由喷嘴249c、气体供给管232c、MFC235c、阀233b、气体罐603c、压力传感器604c构成第2反应气体供给系统(也称为第2氧化气体供给系统、第2处理气体供给系统)。需要说明的是,根据需要而使用阀601c、阀602c、放气管线600c,将在气体罐603c内的压力达到规定压力以上时产生的多余 O_3 气体从放气管线600c不经由处理室201地排气到臭氧消除器。

[0081] 反应气体供给系统由第1反应气体供给系统和第2反应气体供给系统构成。此外,

有时将反应气体供给系统称为臭氧供给机构。

[0082] (原料气体供给系统)

[0083] 在气体供给管232d设有作为气化装置(气化部)的气化器270d,该气化器270d使液体原料气化而生成作为原料气体(第1原料气体)的气化气体,进而,从气化器270d的下游侧起依次设有作为开闭阀的阀233d、气体过滤器301d。需要说明的是,气化器270d被维持为与所使用的液体原料相应的温度。在气体供给管232d的前端部连接有上述喷嘴249d。通过打开阀233d,由此在气化器270d内生成的气化气体经由喷嘴249d而供给到处理室201内。主要由喷嘴249d、阀233d、气体供给管232d、气体过滤器301d构成原料气体供给系统(也称为第1原料气体供给系统、第3处理气体供给系统)。此外,原料气体供给系统也可以包含气化器270d。

[0084] 此外,原料气体供给系统也可以包含后述的液体原料供给系统、载体气体供给系统。

[0085] (液体原料供给系统)

[0086] 在气体供给管232d的气化器270d的上游从上游侧起依次设有液体原料罐291d、液体流量控制装置(LMFC)295d、阀293d。送往气化器270d内的液体原料的供给量(即,在气化器270d内被气化而向处理室201内供给的气化气体的供给流量)被LMFC295d控制。主要由气体供给管232d、LMFC295d、阀293d构成液体原料供给系统(第1液体原料供给系统)。此外,液体原料供给系统可以包含液体原料罐291d。

[0087] (载体气体供给系统)

[0088] 在气化器270d,从气体供给管232j供给作为载体气体的惰性气体(例如N₂气体)。在气体供给管232j设有MFC235j和阀233j。通过用载体气体将气化器270d生成的气化气体稀释,从而能够调整搭载于舟皿217的晶圆200之间的膜厚均匀性等、晶圆200之间的晶圆200的处理均匀性。主要由气体供给管232j、MFC235j、阀233j构成载体气体供给系统(第1载体气体供给系统)。

[0089] 从气体供给管232d例如供给锆原料气体作为含金属气体这样的原料气体,即供给含有锆(Zr)元素的气体(含锆气体)作为第1原料气体,并经由LMFC295d、气化器270d、气体过滤器301d、喷嘴249d等而供给到处理室201内。作为含锆气体,例如可使用四(乙基甲基氨基)锆(TEMAZ, Zr[N(CH₃)C₂H₅]₄)。TEMAZ在常温常压下为液体。液体的TEMAZ作为液体原料,储藏于液体原料供给罐291d内。此外,此时,气化器270d被维持为适于TEMAZ的温度,例如维持为加热到120~150℃的状态。

[0090] (控制部)

[0091] 图4表示本实施方式的控制部与各结构的连接例。作为控制部(控制机构)的控制器280构成为具有CPU(Central Processing Unit,中央处理装置)280a和RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)280b和存储装置280c、I/O端口280d的计算机。RAM280b、存储装置280c、I/O端口280d构成为经由内部总线280e而能够与CPU280a进行数据交换。在控制器280连接有例如构成触摸面板等的输入输出装置282。

[0092] 存储装置280c由例如闪存、HDD(Hard Disk Drive,硬磁盘驱动器)等构成。在存储装置280c中可读取地保存有控制基板处理装置的工作的控制程序、记载有后述的基板处理的步骤、条件等的工艺制程等。需要说明的是,工艺制程是指使控制器280执行后述的基板

处理工序中的各步骤,并组合以得到规定的结果,作为程序发挥作用。以下,将该工艺制程、控制程序等统括地简称为程序。需要说明的是,在本说明书中使用程序这一术语时,有时指仅包括工艺制程单独的情况,有时指仅包括控制程序单独的情况,或包括二者的情况。此外,RAM280b构成为暂时保存可由CPU280a读取的程序、数据等的存储器区域(工作区域)。

[0093] I/O端口280d与MFC235a、235b、235c、235d、235g、阀233a、233b、233c、233d、233g、233h、233i、233j、233k、293d、601c、602c、压力传感器245、604c、APC阀231a、真空泵231c、加热器单元207、温度传感器269、旋转机构267、舟皿升降机115、臭氧发生器220、气化器270d、LMFC295d等连接。

[0094] CPU280a从存储装置280c读取并执行控制程序,并且根据来自输入输出装置282的操作指令的输入等而从存储装置280c读取工艺制程。然后,CPU280a按照读取的工艺制程的内容,控制基于MFC235a、235b、235c、235d、235g的各种气体的流量调整动作、基于LMFC295d、295e的液体原料的流量控制、阀233a、233b、233c、233d、233g、233h、233i、233j、233k、293d、601c、602c的开闭动作、基于压力传感器604c的气体罐内压力控制动作、APC阀231a的开闭动作及利用APC阀231a进行的基于压力传感器245的压力调整动作、基于温度传感器269的加热器单元207的温度调整动作、真空泵231c的启动及停止、基于旋转机构267的舟皿217的旋转及旋转速度调节动作、基于舟皿升降机115的舟皿217的升降动作等。

[0095] 需要说明的是,控制器280不限于构成为专用的计算机,可以构成为通用的计算机。例如,准备保存有上述程序的外部存储装置(例如,磁带、软盘或硬盘等磁盘、CD、DVD等光盘、MO等光磁盘、USB存储器(USB Flash Drive)、存储卡等半导体存储器)283,使用外部存储装置283在通用的计算机安装程序等,由此可构成本实施方式的控制装置280。需要说明的是,用于向计算机提供程序的机构不限于经由外部存储装置283来提供的情况。例如可以使用因特网、专用线路等通信机构,不经由外部存储装置283地提供程序。需要说明的是,存储装置280c、外部存储装置283构成为计算机可读的记录介质。以下,也统括地简称为记录介质。需要说明的是,在本说明书中使用记录介质这一术语的情况有:仅包括存储装置280c单独的情况、仅包括外部存储装置283单独的情况,或包括上述二者的情况。

[0096] (基板处理工序)

[0097] 接着,作为半导体器件(半导体装置)的制造工序的一个工序,参照图5、图6说明使用上述的基板处理装置的处理炉,在基板上形成绝缘膜、例如作为是高介电常数(High-k)膜的金属氧化膜的锆氧化膜(ZrO_2 ,以下也称为ZrO)的顺序例子。需要说明的是,在以下的说明中,构成基板处理装置的各部分的动作由控制器280控制。

[0098] 需要说明的是,在本说明书中使用“晶圆”这一术语的情况包括指“晶圆本身”的情况、指“晶圆与形成于其表面上的规定的层、膜等的层叠体(集合体)”的情况(即,有时包括形成于表面上的规定的层、膜等在内地称为晶圆)。此外,在本说明书中使用“晶圆的表面”这一术语的情况包括指“晶圆本身的表面(露出面)”的情况、指“形成于晶圆上的规定的层、膜等的最外表面、即作为层叠体的晶圆的最外表面”的情况。

[0099] 因此,在本说明书中记载为“对晶圆供给规定的气体”的情况包括:指“对晶圆本身的表面(露出面)直接供给规定的气体”的情况、指“对形成于晶圆上的规定的层、膜等,即对作为层叠体的晶圆的最外表面供给规定的气体”的情况。此外,在本说明书中记载为“在晶圆上形成规定的层(或膜)”的情况包括:指“在晶圆本身的表面(露出面)上直接形成规定的

层(或膜)”的情况、指“在形成于晶圆上的层、膜等之上,即在作为层叠体的晶圆的最外表面之上形成规定的层(或膜)”的情况。

[0100] 需要说明的是,在本说明书中使用“基板”这一术语的情况也与使用“晶圆”这一术语的情况同样,在该情况下,只要将上述说明中“晶圆”置换为“基板”来考虑即可。

[0101] 说明基板处理工序。

[0102] 首先,当多片晶圆200装填(晶圆装载)于舟皿217上时(参照图5的步骤S101),如图1所示,支承着多片晶圆200的舟皿217被舟皿升降机115抬起而搬入(舟皿就位)到处理室201内(参照图5的步骤S102)。在该状态下,密封盖219为将歧管209的下端密封的状态。

[0103] 处理室201内被真空泵231c真空排气为所希望的压力(真空度)。此时,由压力传感器245测定处理室201内的压力,基于该测定到的压力,APC阀231a被反馈控制(压力调整)(参照图5的步骤S103)。另外,处理室201内被加热器单元207加热成为所希望的温度。此时,为使处理室201内成为所希望的温度分布,基于温度传感器269检测到的温度信息来反馈控制对加热器单元207的通电情况(温度调整)(参照图5的步骤S103)。接着,利用旋转机构267使舟皿217旋转,从而晶圆200旋转。

[0104] 需要说明的是,真空泵246至少在对晶圆200的处理结束之前的期间维持始终工作的状态。此外,处理室201内被加热器单元207加热成所希望的温度。此时,为使处理室201内成为所希望的温度分布而基于温度传感器269检测到的温度信息来反馈控制对加热器单元207的通电情况(温度调整)。需要说明的是,加热器单元207对处理室201内的加热至少在对晶圆200的处理完成之前的期间持续进行。接着,利用旋转机构267开始舟皿217及晶圆200的旋转。需要说明的是,基于旋转机构267的舟皿217及晶圆200的旋转至少在对晶圆200的处理完成之前的期间持续进行。

[0105] 接着,进行将TEMAZ气体和O₃气体供给到处理室201内,由此形成作为绝缘膜的ZrO膜的绝缘膜形成工序(参照图5的步骤S104)。在绝缘膜形成工序,依次执行如下的4个步骤。

[0106] (ZrO膜形成工序)

[0107] <步骤S105>

[0108] 步骤S105(参照图5、图6,第1工序、TEMAZ供给工序)中,首先,流动TEMAZ气体。打开气体供给管232d的阀233d,经由气化器270d、气体过滤器301d而使TEMAZ气体流到气体供给管232d内。在气体供给管232d内流动的TEMAZ气体被液体质量流量控制器295d调整流量。流量调整后的TEMAZ气体从喷嘴249d的气体供给孔250d供给到处理室201内,被从气体排气管231排出。此时,同时打开阀233j,向惰性气体供给管232j内流入N₂气体等惰性气体。在惰性气体供给管232j内流动的N₂气体被质量流量控制器235j调整流量。流量调整后的N₂气体与TEMAZ气体一起被供给到处理室201内,从气体排气管231排出。此外,打开阀233a,从气体供给管232a、喷嘴249a、气体供给孔250a流出N₂气体等惰性气体,打开阀233g,从气体供给管232g、喷嘴249g、气体供给孔250g流出N₂气体等惰性气体。

[0109] 此时,适当调整APC阀231a而使处理室201内的压力为例如20~500Pa范围内的压力。由液体质量流量控制器295d控制的TEMAZ气体的供给流量为例如0.1~0.5g/分钟的范围内的流量。将晶圆200暴露于TEMAZ的时间、即气体供给时间(照射时间)为例如10~300秒的范围内的时间。此时,加热器单元207的温度设定为如下温度:使得晶圆200的温度达到例如150~300℃的范围内的温度。通过TEMAZ气体的供给,在晶圆200上形成含Zr层。

[0110] <步骤S106>

[0111] 在步骤S106(参照图5、图6,第2工序),关闭阀233d,停止对处理室201内供给TEMAZ气体。此时,气体排气管231的APC阀231a保持打开的状态,由真空泵231c对处理室201内真空排气,残留于处理室201内的未反应或用于形成锆含有层后的TEMAZ气体被从处理室201内排出。

[0112] 需要说明的是,此时,阀233g保持打开的状态,维持作为惰性气体的 N_2 气体向处理室201内的供给。 N_2 气体作为吹扫气体发挥功能,由此,能够进一步提高将残留于处理室201内的未反应或用于形成锆含有层后的TEMAZ气体从处理室201内排出的效果。

[0113] 此外,此时,也可以不将残留于处理室201内的气体完全排出,不将处理室201内完全吹扫。若残留于处理室201内的气体是微量的,则在其后进行的步骤S107中不会产生不良影响。此时向处理室201内供给的 N_2 气体的流量也不需要是大流量,例如,通过供给与反应管203(处理室201)的容积相同程度的量,从而能够进行在步骤S107中不会产生不良影响的程度的吹扫。如此,不将处理室201内完全吹扫,由此能够缩短吹扫时间,能够提高生产能力。此外,能够将 N_2 气体的消耗也抑制到所需最小限度。

[0114] 此外,如图6所示,与步骤S105和步骤S106并行地,从臭氧发生器220向气体罐603c供给 O_3 气体,在气体罐603c储存 O_3 气体。此时,气体罐603c维持为内部 $50^{\circ}C$ 以下。图7表示环境温度与 O_3 气体的寿命的关系。 O_3 气体随着环境温度上升而寿命变短,因此为了能储存 O_3 气体数小时,优选是将气体罐603c的内部维持在 $50^{\circ}C$ 以下。

[0115] <步骤S107>

[0116] 在步骤S107(参照图5、图6,第3工序、 O_3 气体供给工序),从喷嘴249b、249c的气体供给孔250b、250c向处理室201内同时供给 O_3 气体。需要说明的是,“同时”是指,只要存在从喷嘴249b、249c的气体供给孔250b、250c都供给的时刻即可,供给开始的时刻及/或停止供给的时刻不需要一定相同。此外,从喷嘴249b的气体供给孔250b供给 O_3 气体的时间与从喷嘴249c的气体供给孔250c供给 O_3 气体的时间也不需要一定相同。

[0117] 具体而言,在除去处理室201内的残留气体后,打开气体供给管232b的阀233c及阀233c,关闭放气管线600c的阀601c、阀602c和阀233i,由此由臭氧发生器220生成的 O_3 气体和储存在气体罐603c的 O_3 气体被质量流量控制器235b、235c调整流量,从喷嘴249b、249c的气体供给孔250b、250c供给到处理室201内,被从气体排气管231排出。此外,打开阀233a,从气体供给管232a、喷嘴249a、气体供给孔250a流出 N_2 气体等惰性气体,打开阀233g,从气体供给管232g、喷嘴249g、气体供给孔250g流出 N_2 气体等惰性气体。需要说明的是,在S107中可以打开阀233i。

[0118] O_3 气体流动时,适当调整APC阀231a而使处理室201内的压力为例如 $50\sim 500Pa$ 的范围内的压力。由质量流量控制器235b、235c控制的 O_3 气体的供给流量为例如 $5\sim 30slm$ 的范围内的流量。在 O_3 气体中暴露晶圆200的时间,即气体供给时间(照射时间)为例如 $10\sim 300$ 秒范围内的时间。此时的加热器单元207的温度与步骤S105同样,设定为如下温度:晶圆200的温度达到 $150\sim 300^{\circ}C$ 范围内的温度。通过 O_3 气体的供给,在步骤S105中形成于晶圆200上的含Zr层被氧化而形成ZrO层。

[0119] <步骤S108>

[0120] 在步骤S108(参照图5、图6,第3工序),关闭气体供给管232b的阀233c,打开阀

233i、阀233f、阀602c而停止向处理室201内的 O_3 气体供给,使 O_3 气体流向气体罐603c。此时,气体排气管231的APC阀31a保持打开的状态,由真空泵231g对处理室201内真空排气,将残留于处理室201内的未反应或用于氧化后的 O_3 气体从处理室201内排出。此外,当气体罐603c内的压力达到规定压力时,关闭阀602c、打开阀601c,使多余的 O_3 气体流向放气管线600c。需要说明的是,此时,阀233g保持打开的状态,维持将作为惰性气体的 N_2 气体向处理室201内的供给。 N_2 作为吹扫气体发挥功能,由此,能够进一步提高将残留于处理室201内的未反应的或用于ZrO层形成后的 O_3 气体从处理室201内排出的效果。

[0121] 此外,此时,也可以不将残留于处理室201内的气体完全排出,不将处理室201内完全吹扫。若残留于处理室201内的气体是微量的,则其后进行步骤S105也不会产生不良影响。此时向处理室201内供给的 N_2 气体的流量也不需要是大流量,例如,通过供给与反应管203(处理室201)的容积相同程度的量,从而能够进行即使在接下来进行步骤S105也不会产生不良影响的程度的吹扫。如此,不将处理室201内完全吹扫,由此能够缩短吹扫时间,能够提高生产能力。此外,能够将 N_2 气体的消耗也抑制到所需最小限度。

[0122] 此外,如图6所示,与步骤S108并行地从臭氧发生器220向气体罐603c供给 O_3 气体,将 O_3 气体储存于气体罐603c。需要说明的是,图6示出从步骤S108继续储存 O_3 气体直到下一循环的步骤S106的例子。根据情况不同,也可以在步骤S108结束该处理。

[0123] 将上述的步骤S105~S108作为1次循环,至少进行1次以上的该循环(步骤S109),由此能够在晶圆200上形成规定膜厚的含有锆及氧的高介电常数膜、即ZrO膜。需要说明的是,优选重复多次上述的循环。由此,在晶圆200上形成规定膜厚的ZrO膜。

[0124] 形成了ZrO膜后,关闭气体供给管232a的阀243a,关闭气体供给管232b的阀233b,关闭气体供给管232c的阀233c,打开惰性气体供给管232a的阀233a,打开惰性气体供给管232g的阀233g,使 N_2 气体流入处理室201内。 N_2 气体作为吹扫气体发挥作用,由此,处理室201内被惰性气体吹扫,将残留于处理室201内的气体从处理室201内除去(吹扫,步骤S110)。其后,处理室201内的气氛气体被置换惰性气体,处理室201内的压力恢复到常压(恢复大气压,步骤S111)。

[0125] 其后,借助舟皿升降机115使密封盖219下降,歧管209的下端被开口,且处理完毕的晶圆200以保持于舟皿217的状态被从歧管209的下端搬出到加工处理管205的外部(舟皿退出,步骤S112)。其后,从舟皿217取出处理完毕的晶圆200(晶圆卸载,步骤S113)。

[0126] 通过以上这样的工序,在基板上形成高介电常数膜。

[0127] 需要说明的是,如图8(引自2007年第9次臭氧研究会资料)所示,与步骤S105和步骤S106并行地从臭氧发生器220向气体罐603c供给 O_3 气体而将 O_3 储存于气体罐603c时,可以控制成储存 O_3 气体直到气体罐603c的内部成为规定压力。在该情况下,在气体罐603c内的压力达到规定压力以上时产生的多余的 O_3 气体不经由处理室201地被从放气管线600c向臭氧消除器排出。

[0128] 具体而言,将处理室201内的残留气体除去后,打开气体供给管232b的阀233c、关闭阀601c、阀602c及阀233i,由此由臭氧发生器220生成的 O_3 气体及储存于气体罐603c的 O_3 气体被质量流量控制器235b、235c调整流量,从喷嘴249b、249c的气体供给孔250b、250c被供给到处理室201内,从气体排气管231被排出。此外,打开阀233a、使 N_2 气体等惰性气体从气体供给管232a、喷嘴249a、气体供给孔250a流出,打开阀233g、使 N_2 气体等惰性气体从气

体供给管232g、喷嘴249g、气体供给孔250g流出。

[0129] 此外,在S107将O₃气体供给到处理室201内时,可以监视质量流量控制器235c的流量控制所需的压力,并控制是否根据标准向处理室201供给O₃气体。也可以根据流量控制所需的压力,适当关闭气体供给管232b的阀233c,打开阀601c,使O₃气体从放气管线600c流向臭氧消除器。

[0130] 需要说明的是,在此,说明了作为将O₃气体向处理室201供给的喷嘴而设置喷嘴249b和喷嘴249c这两个喷嘴的例子,但也可以例如将气体供给管232c的两端连接于气体供给管232b,仅用喷嘴249b这一个喷嘴作为将O₃气体向处理室201供给的喷嘴。但是,在该情况下,由于气体供给管232b的内部的压力高,因此可能O₃气体难以从具有气体罐603c的气体供给管232c流出。因而,优选是将设有气体罐的气体供给管线和不设置气体罐的气体供给管线做成不同的管线而分别在处理室内设置喷嘴。需要说明的是,由于喷嘴的传导性等,从1个喷嘴流出的O₃气体的流量存在上限值。

[0131] 此外,气体罐603c的容量只要是能够储存在S107中供给时所需的O₃气体的量的容量即可,优选是能储存在1次步骤中所需的O₃气体的量的容量,也可以是能储存在多次步骤中所需的O₃气体的量的容量。例如为1升以上的容量,优选是50升以上,可以考虑例如设置150升左右这样容量的气体罐。

[0132] (本实施方式的效果)

[0133] 根据本实施方式,起到以下所示的1个或多个效果。

[0134] (a)根据本实施方式,可以增加O₃气体的供给量,能够对形成于晶圆上的微细构造进行均匀的处理。

[0135] (b)此外,不需增加臭氧发生器的数量,就能增加臭氧的供给量。

[0136] (c)此外,通过将第2反应气体供给系统与第1反应气体供给系统独立地设置,从而能够利用各气体供给系统分别地精密地控制O₃气体的流量。

[0137] (d)此外,由于通常的臭氧发生器无法在成膜所要求的短时间进行O₃气体的发生/停止,因此在想要对处理室供给O₃气体的情况下,使O₃气体经由放气管线流向除害设备来进行无害化,因此O₃气体的利用效率变差,但通过设置气体罐,能够将以往舍弃的O₃气体储存而用于成膜,能够提高O₃的利用效率。

[0138] (e)此外,能够减少以往舍弃的O₃气体的量,能够减轻除害装置的负担。

[0139] (f)此外,通过在气体罐设置压力传感器,由此能够防止气体罐的异常压力上升。此外,能够控制成总是以相同流量从气体罐供给。

[0140] (g)此外,将在向处理室供给O₃气体的时间(时刻)以外的时间带生成的O₃气体储存于气体罐,将该积蓄的O₃气体和在臭氧发生器实时生成的O₃气体同时供给到处理室,由此,能够将比臭氧发生器的原本的O₃气体生成能力更多量的O₃气体供给到处理室。

[0141] (第2实施方式)

[0142] 以下,使用图3及图10说明第2实施方式。图10是说明本实施方式的处理炉202的结构图。在上述第1实施方式中,例示了在反应气体供给系统设有一个系统的具有气体罐的O₃气体供给管线的例子,但在本实施方式,在反应气体供给系统设置2个系统的具有气体罐的O₃气体供给管线。即,反应气体供给系统构成为设置3个系统的O₃气体供给管线,具体而言,如图3所示,设置具有气体供给管232f的第3反应气体供给系统。其他结构与上述第1实

施方式相同,在图10中,对于与在图1、图2及图3说明的要素实质上相同的要素标注相同的符号,省略其说明。以下,详细说明本实施方式的处理炉202的结构。

[0143] 在气体供给管232f,从上游方向起依次设有向臭氧消除器排出气体的放气管线600f;控制流向臭氧消除器的气体接通/关闭的阀601f;阀602f;气体罐603f;测定气体罐内的压力的压力传感器604f;MFC235f;阀233f。气体的流动是例如从上游侧供给至气体罐603f,并储存于气体罐603f直到达到规定压力。从气体罐603f,在被MFC235f调整了流量之后,经由阀233f向处理室201供给 O_3 气体。如图10所示,在气体供给管232f连接有喷嘴249f。喷嘴249f具有与喷嘴249a等相同的形状。在喷嘴249f设有气体供给孔250f。主要由喷嘴249f、气体供给管232f、MFC235f、阀233f、气体罐603f和压力传感器604f构成第3反应气体供给系统。需要说明的是,根据需要可以构成为:设置阀601f、阀602f、放气管线600f,能够在气体罐603f内的压力达到规定压力以上时发生的多余的 O_3 气体从放气管线600f向臭氧消除器排出。

[0144] 此外,可以在气体供给管232h设置阀233h和阀233i。通过控制阀233h和阀233i的开闭,可以控制是否使用第2反应气体供给系统和第3 O_3 气体供给系统的任一个或二者。

[0145] 在为上述那样结构的情况下,MFC235f、阀233f、233h、233i、601f、压力传感器604f分别与上述的I/O端口280d连接,CPU280a根据来自输入输出装置282的操作指令的输入等而按照从存储装置280c读取的工艺制程的内容,控制基于MFC235f的各种气体的流量调整动作、阀233f、233h、233i、601f的开闭动作、基于压力传感器604f的气体罐内压力控制动作等。

[0146] 可以将这样设有气体罐的 O_3 气体的供给管线设置多个(2个系统或3个系统以上)。即,可以设置总计3个系统或4个系统以上的 O_3 气体的供给管线。根据所需的对晶圆200的 O_3 气体供给量、臭氧发生器220的性能、各气体供给管的压力等条件,选择设置气体罐的 O_3 气体的供给管线的数量,从而能够在更短的时间向晶圆200供给所需量的 O_3 气体。此外,在设有多个 O_3 气体的供给管线的情况下,可以在全部相同的时刻开始来自各供给管线的 O_3 气体供给的流动,也可以在相同时刻停止 O_3 气体供给,也可以在各不相同的时刻开始 O_3 气体供给的流动,也可以在各不相同的时刻停止 O_3 气体供给。而且,可以对每个管线按顺序从各供给管线供给 O_3 气体。

[0147] (第3实施方式)

[0148] 以下,使用图3及图11说明第3实施方式。图11是说明本实施方式的处理炉202的结构图。在上述第1实施方式中,例示了设置一个原料气体供给系统的基板处理装置的例子,但在本实施方式中,在基板处理装置设置两个原料气体供给系统。即,可以如图3所示,设置具有气体供给管232d的第2原料气体供给系统。其他结构与第1实施方式或第2实施方式相同,在图11中,对于与在图1、图2及图3说明的要素实质上相同的要素标注相同的符号,省略其说明。以下,详细说明本实施方式的基板处理装置的处理炉202的结构。

[0149] 在气体供给管232e设有与气体供给管232d相同的结构。即,在气体供给管232e设有气化器270e,而且从气化器270e的下游侧起依次设有作为开闭阀的阀233e、气体过滤器301e。如图11所示,在气体供给管232e的前端部连接有喷嘴249e。喷嘴249e具有与喷嘴249a等相同的形状,并设有气体供给孔250e。主要由喷嘴249e、阀233e、气体供给管232e、气体过滤器301e构成第2原料供给系统。此外,可以在第2原料气体供给系统包含气化器207e。此

外,也可以在第2原料气体供给系统包含后述的第2液体原料供给系统、第2载体气体供给系统。需要说明的是,第2原料气体可以是与第1原料气体相同的气体,也可以是与其不同的气体。

[0150] (第2液体原料供给系统)

[0151] 在气体供给管232e的气化器270e的上游设有液体原料罐291e、液体流量控制装置(LMFC)295e、阀293e。向气化器270e内供给液体原料的供给量(即,在气化器270e内被气化并向处理室201内供给的气化气体的供给流量)由LMFC295e控制。主要由气体供给管232e、LMFC295e、阀294e构成第2液体原料供给系统。需要说明的是,可以在第2液体原料供给系统包含液体原料罐291e。

[0152] (第2载体气体供给系统)

[0153] 从气体供给管232k向气化器270e供给作为载体气体的惰性气体。在气体供给管232k设有阀233k和MFC235k。用载体气体将由气化器270e生成的气化气体稀释,从而能够调整搭载于舟皿217上的晶圆200之间的膜厚均匀性等、对晶圆200之间的晶圆200进行处理的均匀性。主要由气体供给管232k、阀233k、MFC235k构成第2载体气体供给系统。

[0154] 在如上述那样构成的情况下,MFC235e、235k、阀233e、233k、294e、气化器207e、LMFC295e分别与上述的I/O端口280d连接,CPU280a根据来自输入输出装置282的操作指令的输入等而按照从存储装置280c读取的工艺制程的内容,控制基于MFC235e、235k的各种气体的流量调整动作、阀233e、233k、294e的开闭动作、基于气化器207e的液体原料的气化等。

[0155] 如此,通过设置第2原料气体供给系统,从而能够使用2种原料气体在晶圆200上形成膜。即,除了作为第1原料气体的TEMAZ气体、作为第1反应气体的O₃气体之外,还使用作为第2原料气体的例如三甲基铝(TMA, Al(CH₃)₃)气体,从而可形成锆铝氧化膜(ZrAlO膜)等三元系化合物。或可以在二元系化合物中掺杂其它元素。

[0156] (实施例)

[0157] 根据上述第1实施方式的装置结构及顺序,在晶圆上形成HfO膜,比较臭氧发生器(臭氧生成器)对O₃气体流量的极限值、和使用气体罐储备O₃气体并从臭氧发生器向处理室供给O₃气体时的对处理室供给的O₃气体供给量。图9表示该比较而得的图。在本实施例中,使用TEMAH气体作为原料气体,使用O₃气体作为反应气体,根据图5的成膜流程及图6的气体供给时刻形成HfO膜。

[0158] 在S107,以300g/N·m³的浓度,将来自第1反应气体供给管的O₃气体供给量(图9中的“生成器”)以10slm向处理室供给1分钟。在该情况下,在第2反应气体供给管设置10升以上的气体罐,同样以10slm供给1分钟。如图8所示,通常的臭氧生成器中,O₃气体浓度与容许气体流量成反比例的关系,在流过高浓度的O₃气体时,只能供给小流量的O₃气体,但如本实施例这样使用气体罐,从而能够供给2倍以上流量的O₃气体。

[0159] 上述的各实施方式、各变形例、各应用例等可适当组合来使用。而且,本发明不限于上述实施方式,在不脱离其要旨的范围内可进行各种变更。

[0160] 在上述实施方式中,说明了使用一次处理多片基板的批量式的立式装置这样的基板处理装置进行成膜的例子,但本发明不限于此,在使用一次处理1片或数片基板的片叶式基板处理装置进行成膜时也可合适地适用。此外,在上述实施方式中,说明了使用具有热壁型处理炉的基板处理装置进行成膜的例子,但本发明不限于此,在使用具有冷壁型处理炉

的基板处理装置进行成膜时也可合适地适用。

[0161] 此外,本发明中,只要是蒸气压低的原料,可以应用TEMAZ以外的气体种类。例如可合适地应用:四(乙基甲基氨基)锆(TEMAZ、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5]_4$)、四(二乙基氨基)锆(TDEAZ、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$)、四(二甲基氨基)锆(TDMAZ、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$)、 $\text{Zr}(\text{MeCp})(\text{NMe}_2)_3$ 、四(乙基甲基氨基)铪(TEMAH、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5]_4$)、四(二乙基氨基)铪(TDEAH、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$)、四(二甲基氨基)铪(TDMAH、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$)、三甲基铝(TMA、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)、四氯化钛(TiCl_4)、三(二甲基氨基)硅烷(TDMAS)、氯化钽(TaCl_5)、双[N,N'-二叔丁基乙酰胺化]镍(Nickel Bis[N,N'-ditertialbutylacetamidinate]、BDTBANi、 $\text{Ni}(\text{tBu}_2\text{-amd})_2$ 、 $(\text{tBu})\text{NC}(\text{CH}_3)\text{N}(\text{tBu})_2\text{Ni}$)、Coamd[($\text{tBu})\text{NC}(\text{CH}_3)\text{N}(\text{tBu})_2\text{Co}$]、2,4-二甲基戊二烯基)(乙基环戊二烯基)钨(DER)等。

[0162] 此外,在上述的各实施方式中,说明了作为反应气体而使用作为氧化气体的 O_3 气体来形成氧化膜的例子,但本发明不限于此,可合适地应用氧(O_2)、水蒸气(H_2O)、过氧化氢(H_2O_2)、一氧化二氮(N_2O)、 O_2 及氢(H_2)的组合、氨(NH_3)、氮(N_2)等氧化气体及氮化气体。

[0163] 此外,本发明中,只要是使用蒸气压低的原料的膜种类,可以应用于ZrO膜以外的膜种类。例如,也可合适地适用于使用上述原料而形成如下膜等的情况,所述膜为:铪氧化膜(HfO 膜)、铝氧化膜(AlO 膜)、钛氧化膜(TiO 膜)、钌氧化膜(RuO 膜)、钛氮化膜(TiN 膜)、钽氮化膜(TaN 膜)、钴膜(Co 膜)、镍膜(Ni 膜)、钨膜(Ru 膜)等。此外,也可以形成组合上述膜种类而成的锆硅氧化膜(ZrSiO 膜)、铪硅氧化膜(HfSiO 膜)、锆铝氧化膜(ZrAlO 膜)、铪铝氧化膜(HfAlO 膜)、碳氮化钛膜(TiCN 膜)等三元系化合物的膜。或者可以在二元系化合物中掺杂其它元素。

[0164] 此外,作为惰性气体,除了 N_2 气体之外,可以使用Ar气体、He气体、Ne气体、Xe气体等的稀有气体。

[0165] 此外,本发明也可以通过例如对现有的基板处理装置的气体供给系统进行改造、改变工艺制程来实现。在改变工艺制程的情况下,可以将本发明的工艺制程经由电气通信线路、记录着该工艺制程的记录介质而安装于现有的基板处理装置,或操作现有的基板处理装置的输入输出装置,将该工艺制程自身变更为本发明的工艺制程。

[0166] 以上,作为本发明的各种典型实施方式说明了成膜技术,但本发明不限于这些实施方式。例如也可适用于形成氧化膜、氮化膜、金属膜等各种膜的成膜处理、扩散处理、氧化处理、氮化处理、光刻处理等进行其它基板处理的情况。此外,本发明除了退火处理装置之外,也可以适用于薄膜形成装置、蚀刻装置、氧化处理装置、氮化处理装置、涂布装置、加热装置等其它基板处理装置。此外,本发明中可以混合存在上述装置。因而,本发明的范围仅由权利要求书来限定。

[0167] (本发明的优选方案)

[0168] 以下,附记本发明的优选方案。

[0169] (附记1)

[0170] 根据本发明的一优选方案,提供一种基板处理装置,包括:

[0171] 收纳基板的处理室;

[0172] 向所述基板供给原料气体的原料气体供给系统;

[0173] 经由第1反应气体供给管向所述基板供给反应气体的第1反应气体供给系统;

[0174] 经由与所述第1反应气体供给管连接的第2反应气体供给管而向所述基板供给所

述反应气体的第2反应气体供给系统,在所述第2反应气体供给管设有储存所述反应气体的气体积存部,经由该气体积存部向所述基板供给所述反应气体;

[0175] 控制部,其控制所述原料气体供给系统、所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,进行向基板供给所述原料气体的处理、和从第1反应气体供给管及所述第2反应气体供给管向所述基板供给所述反应气体的处理。

[0176] (附记2)

[0177] 优选是,所述控制部控制所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,在向所述基板供给所述原料气体时,同时在所述气体积存部储存所述反应气体。

[0178] (附记3)

[0179] 优选是,所述第1反应气体供给系统还具有反应气体活化装置,该反应气体活化装置设置在所述第1反应气体供给管的比与所述第2反应气体供给管的连接部更靠上游侧的位置,所述控制部控制所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,在向所述基板供给所述原料气体时,从所述反应气体活化装置经由所述第2反应气体供给管而将所述反应气体储存到所述气体积存部。

[0180] (附记4)

[0181] 优选是,所述控制部控制所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,交替进行向所述基板供给所述原料气体的处理和向所述基板供给所述反应气体的处理,并进行多次这样的交替处理。

[0182] (附记5)

[0183] 优选是,所述第2反应气体供给系统包括设于所述气体积存部的压力计、和与所述反应气体活化装置和所述气体积存部之间的所述第2反应气体供给管连接的放气管线,所述控制部控制所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,在将所述反应气体储存于所述气体积存部时,在所述压力计的值达到规定值时停止向所述气体积存部供给所述反应气体而将所述反应气体向所述放气管线供给。

[0184] (附记6)

[0185] 优选是,所述反应气体是氧化气体。

[0186] (附记7)

[0187] 优选是,所述氧化气体是氧气,反应气体活化装置是臭氧发生器,经由所述反应气体活化装置被供给到所述处理室的氧化气体是臭氧。

[0188] (附记8)

[0189] 优选是,还包括第3反应气体供给系统,其与所述第1反应气体供给管连接,经由第3反应气体供给管向所述基板供给所述反应气体,在所述第3反应气体供给管设有储存所述反应气体的第2气体积存部,第3反应气体供给系统经由该第2气体积存部而向所述基板供给所述反应气体,所述控制部控制所述第1反应气体供给系统、所述第2反应气体供给系统及所述第3反应气体供给系统,在向所述基板供给所述反应气体时,从第1反应气体供给管、所述第2反应气体供给管及所述第3反应气体供给管向所述基板供给所述反应气体。

[0190] (附记9)

[0191] 根据本发明的其它方案,提供一种基板处理装置,包括:

[0192] 收纳基板的处理室;

[0193] 与所述处理室连接、对收纳于所述处理室的基板供给反应气体的第1反应气体供给管线；

[0194] 进行所述第1反应气体供给管线的开闭的第1阀；

[0195] 一端在所述第1阀的上游侧与所述第1反应气体供给管线连接、另一端与所述处理室连接、对收纳于所述处理室的基板供给反应气体的第2反应气体供给管线；

[0196] 设于所述第2反应气体供给管线的气体积存部；

[0197] 设于所述第1反应气体供给管线与所述气体积存部之间，进行所述第2反应气体供给管线的开闭的第2阀；

[0198] 设于所述气体积存部与所述处理室之间，进行所述第2反应气体供给管线的开闭的第3阀；

[0199] 控制部，其控制所述第1阀、所述第2阀及所述第3阀，在将所述第1阀和所述第3阀关闭的状态下打开所述第2阀而将所述反应气体储存于所述气体积存部，在对收纳于处理室的基板供给所述反应气体时，打开所述第1阀及所述第3阀而从所述第1反应气体供给管线及所述第2反应气体供给管线同时将所述反应气体向所述基板供给。

[0200] (附记10)

[0201] 优选是，在打开所述第2阀的状态下将所述反应气体供给到所述基板。

[0202] (附记11)

[0203] 优选是，在关闭所述第2阀的状态下将所述反应气体供给到所述基板。

[0204] (附记12)

[0205] 优选是，具有对收纳于所述处理室的基板供给原料气体的原料气体供给管线、和开闭所述原料气体供给管线的第4阀，

[0206] 所述控制部控制所述第1阀、所述第2阀、所述第3阀及所述第4阀，进行如下处理：在将所述第1阀关闭的状态下打开所述第4阀而从所述原料气体供给管线向收纳于所述处理室的基板供给所述原料气体的处理；在将所述第1阀及所述第3阀关闭的状态下打开所述第2阀而将所述反应气体储存于所述气体积存部的处理；以及，打开所述第1阀及所述第3阀而从所述第1反应气体供给管线及所述第2反应气体供给管线同时将所述反应气体向所述基板供给的处理。

[0207] (附记13)

[0208] 优选是，所述控制部控制所述第1阀、所述第2阀、所述第3阀及所述第4阀，同时进行向所述基板供给所述原料气体的处理和将所述反应气体储存于所述气体积存部的处理。

[0209] (附记14)

[0210] 还根据其他方案，提供一种基板处理装置，包括：

[0211] 收纳基板的处理室；

[0212] 向所述基板供给反应气体的第1反应气体供给系统；

[0213] 与所述第1反应气体供给系统连接、具有储存所述反应气体的气体罐，向所述基板供给反应气体的第2反应气体供给系统；

[0214] 控制部，其控制所述原料气体供给系统、所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统，通过对所述处理室内的基板进行如下处理来处理所述基板，所述处理是：在所述气体罐储存所述反应气体的处理，经由所述第1反应气体供给系统向所述基板供给

所述反应气体并将储存于所述气体罐的所述反应气体经由所述第2反应气体供给系统来供给的处理。

[0215] (附记15)

[0216] 还根据其他方案,提供一种基板处理装置,包括:

[0217] 收纳基板的处理室;

[0218] 向所述基板供给原料气体的原料气体供给系统;

[0219] 向所述基板供给反应气体的第1反应气体供给系统;

[0220] 与所述第1反应气体供给系统连接、具有储存所述反应气体的气体罐、向所述基板供给反应气体的第2反应气体供给系统;

[0221] 控制部,其控制所述原料气体供给系统、所述第1反应气体供给系统及所述第2反应气体供给系统,通过对所述处理室内的基板进行如下处理从而在所述基板上形成膜,所述处理是:供给所述原料气体的处理,在所述气体罐储存所述反应气体的处理,以及,经由所述第1反应气体供给系统向所述基板供给所述反应气体并将储存于所述气体罐的所述反应气体经由所述第2反应气体供给系统而供给的处理。

[0222] (附记16)

[0223] 根据本发明的其他方案,提供一种半导体器件的制造方法,包括如下工序:

[0224] 向收纳于处理室的基板供给原料气体的工序;

[0225] 从第1反应气体供给管及设有气体积存部的第2反应气体供给管同时向所述基板供给反应气体的工序;

[0226] 在所述气体积存部储存所述反应气体的工序。

[0227] (附记17)

[0228] 优选是,供给所述原料气体的工序和在所述气体积存部储存所述反应气体的工序同时进行。

[0229] (附记18)

[0230] 优选是,在储存所述反应气体的工序中,所述反应气体经由设于所述第1反应气体供给管的反应气体活化装置而在所述气体积存部储存所述反应气体。

[0231] (附记19)

[0232] 还根据其他方案,提供一种半导体器件的制造方法,具有通过进行如下工序处理基板的工序:

[0233] 在设于第2反应气体供给管线的气体罐储存反应气体的工序,所述第2反应气体供给管线与连接于处理室并供给反应气体的第1反应气体供给管线连接;

[0234] 向收纳于所述处理室的基板,经由所述第1反应气体供给管线供给所述反应气体,并将储存于所述气体罐的所述反应气体经由所述第2反应气体供给管线供给的工序。

[0235] (附记20)

[0236] 还根据其他方案,提供一种半导体器件的制造方法,具有通过进行如下工序从而在所述基板上形成膜的工序:

[0237] 向收纳于处理室的基板供给原料气体的工序;

[0238] 在设于第2反应气体供给系统的气体罐储存反应气体的工序,所述第2反应气体供给系统与连接于所述处理室并供给所述反应气体的第1反应气体供给系统连接;

[0239] 向所述基板,经由所述第1反应气体供给系统供给所述反应气体,并将储存于所述气体罐的所述反应气体经由所述第2反应气体供给系统供给的工序。

[0240] (附记21)

[0241] 还根据其他方案,提供一种臭氧供给机构,向收纳基板的处理室供给臭氧,所述臭氧供给机构包括:

[0242] 将由臭氧生成器生成的臭氧实时地供给到所述处理室的第1机构;

[0243] 将在向所述处理室供给臭氧的时间以外生成的臭氧储存的第2机构;

[0244] 控制部,其控制所述第1机构和所述第2机构,在向所述处理室供给臭氧时,将实时生成的臭氧与储存的臭氧同时供给。

[0245] (附记22)

[0246] 还根据其他方案,提供一种反应气体供给系统,包括:

[0247] 反应气体的活化装置;

[0248] 第1喷嘴,其与该活化装置连接,并将被该活化装置活化的反应气体向基板供给;

[0249] 第2喷嘴,其与所述活化装置连接,具有将所述活化后的反应气体储存的气体罐,从气体罐向所述基板供给反应气体。

[0250] (附记23)

[0251] 还根据本发明的其他方案,提供一种程序,所述程序使计算机执行如下步骤:

[0252] 向收纳于处理室的基板供给原料气体的步骤;

[0253] 从第1反应气体供给管及第2反应气体供给管向所述基板供给反应气体的步骤;

[0254] 在设于所述第2反应气体供给管的气体积存部储存所述反应气体的步骤。

[0255] (附记24)

[0256] 还根据本发明的其他方案,提供一种计算机可读的记录介质,其保存有使计算机执行如下步骤的程序:

[0257] 向收纳于处理室的基板供给原料气体的步骤;

[0258] 从第1反应气体供给管及第2反应气体供给管向所述基板供给反应气体的步骤;

[0259] 在设于所述第2反应气体供给管的气体积存部储存所述反应气体的步骤。

[0260] (附记25)

[0261] 还根据其他方案,提供一种程序,所述程序使计算机执行如下步骤:

[0262] 从第1反应气体供给系统和具有气体罐的第2反应气体供给系统向所述基板供给反应气体的步骤;

[0263] 向收纳于处理室的基板供给原料气体的步骤;

[0264] 在设于第2反应气体供给管线的气体罐储存所述反应气体的步骤,所述第2反应气体供给管线与连接于所述处理室并供给反应气体的第1反应气体供给管线连接;

[0265] 向所述基板,经由所述第1反应气体供给管线供给所述反应气体,并将储存于所述气体罐的所述反应气体经由所述第2反应气体供给管线供给的步骤。

[0266] (附记26)

[0267] 还根据其他方案,提供一种计算机可读的记录介质,其保存有使计算机执行如下步骤的程序:

[0268] 从第1反应气体供给系统和具有气体罐的第2反应气体供给系统向所述基板供给

反应气体的步骤；

[0269] 向收纳于处理室的基板供给原料气体的步骤；

[0270] 在设于第2反应气体供给管线的气体罐储存所述反应气体的步骤,所述第2反应气体供给管线与连接于所述处理室并供给反应气体的第1反应气体供给管线连接；

[0271] 向所述基板,经由所述第1反应气体供给管线供给所述反应气体,并将储存于所述气体罐的所述反应气体经由所述第2反应气体供给管线供给的步骤。

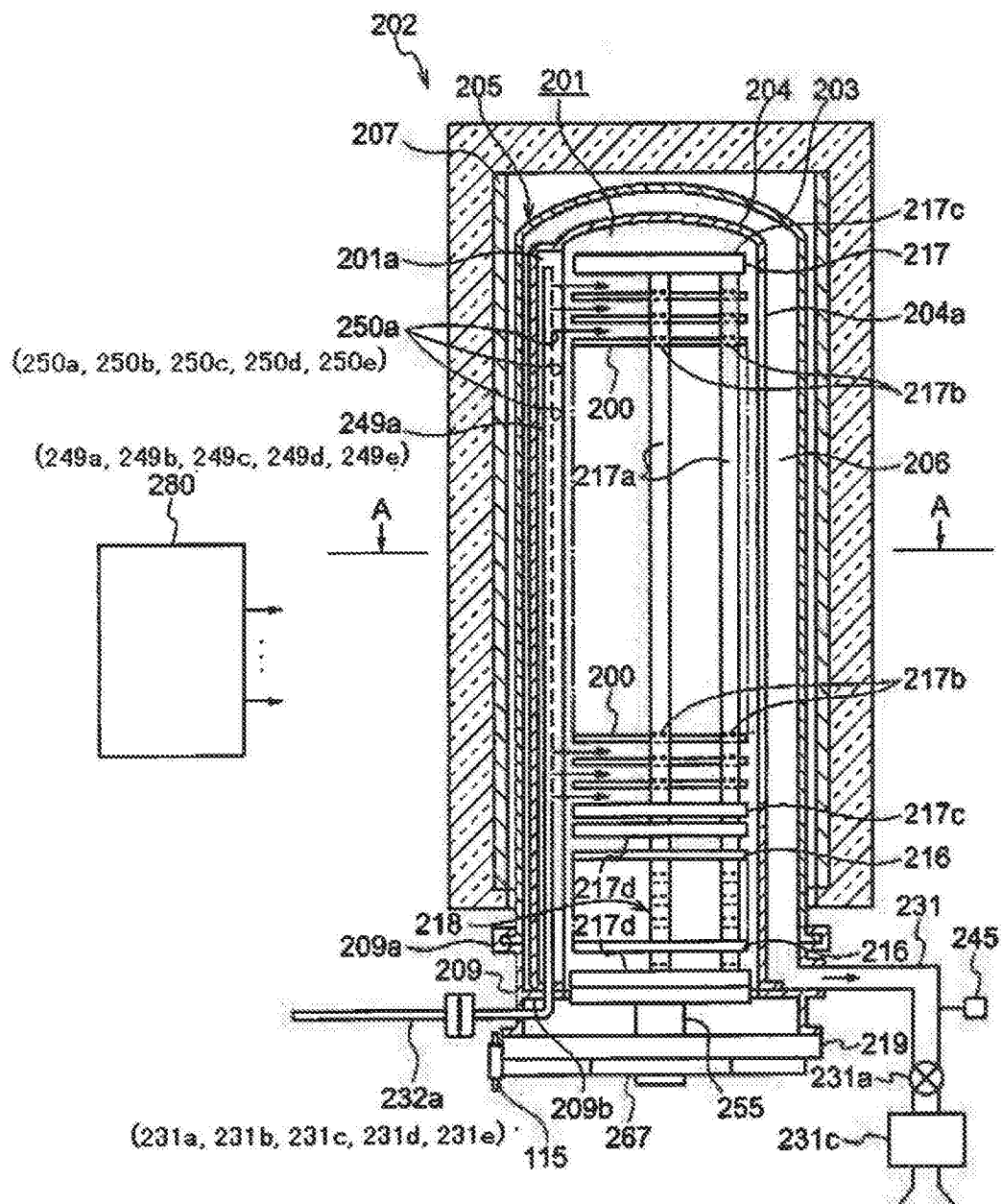


图1

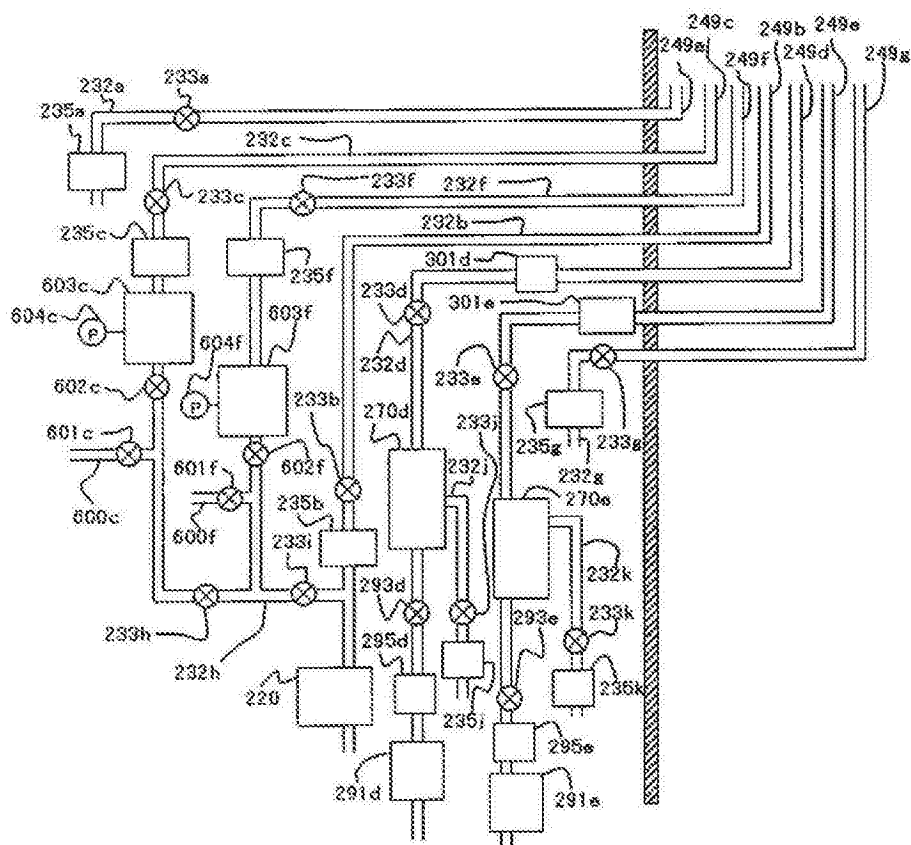


图3

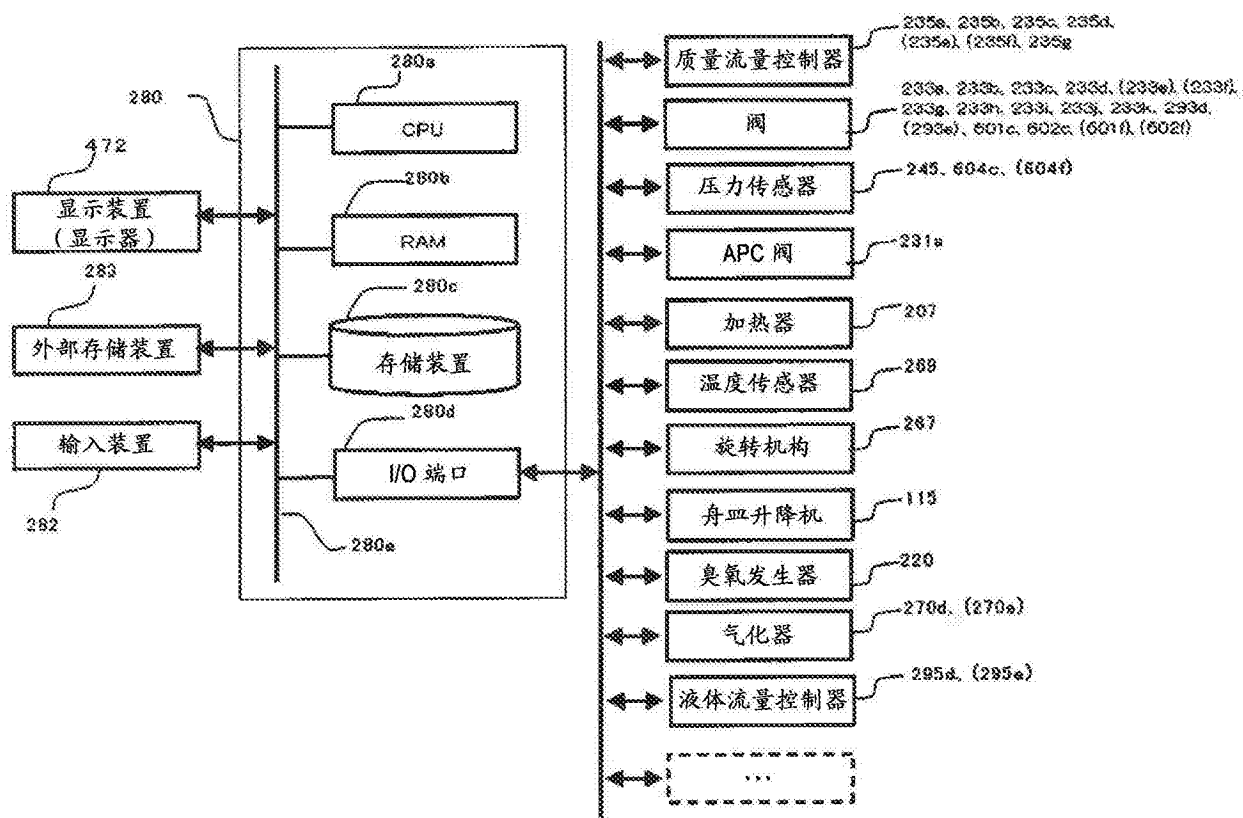


图4

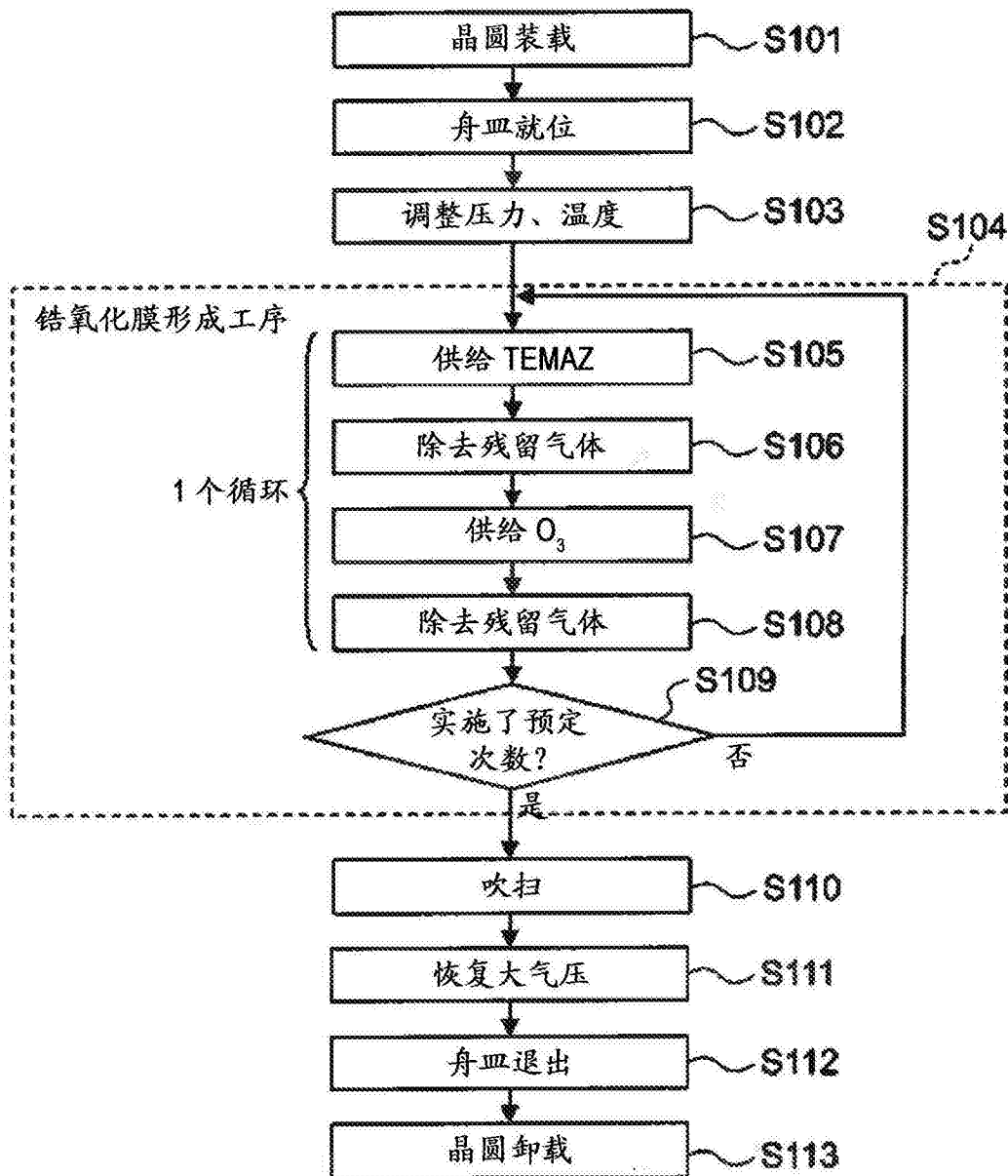


图5

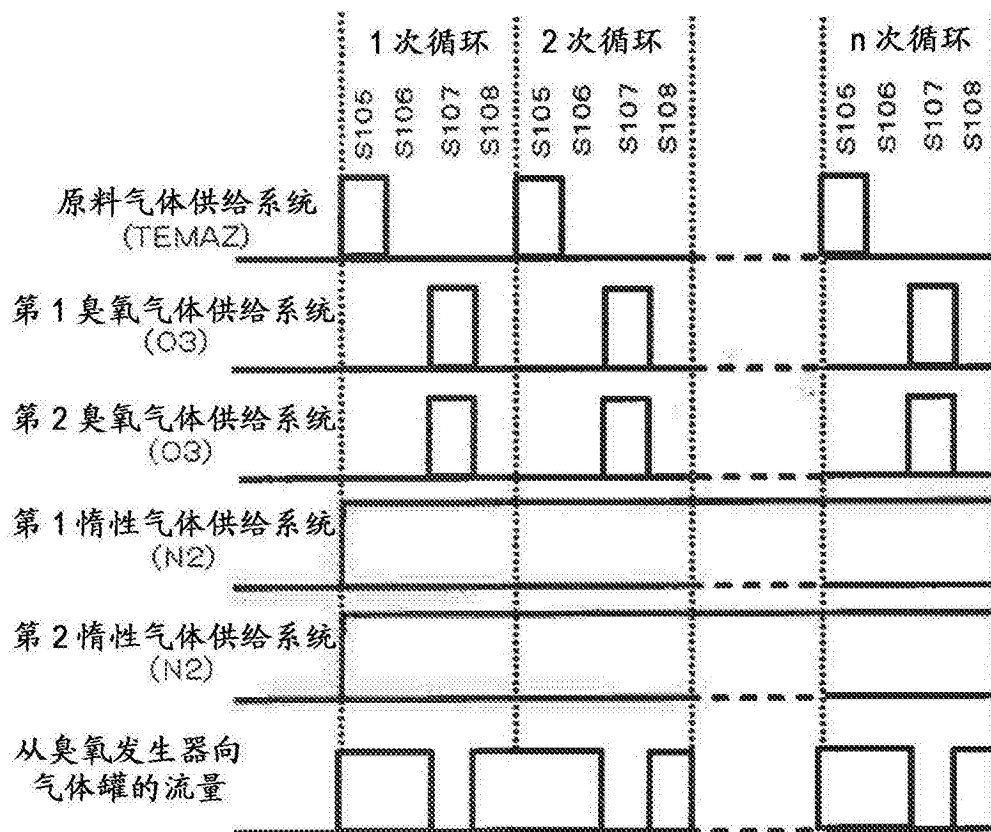


图6

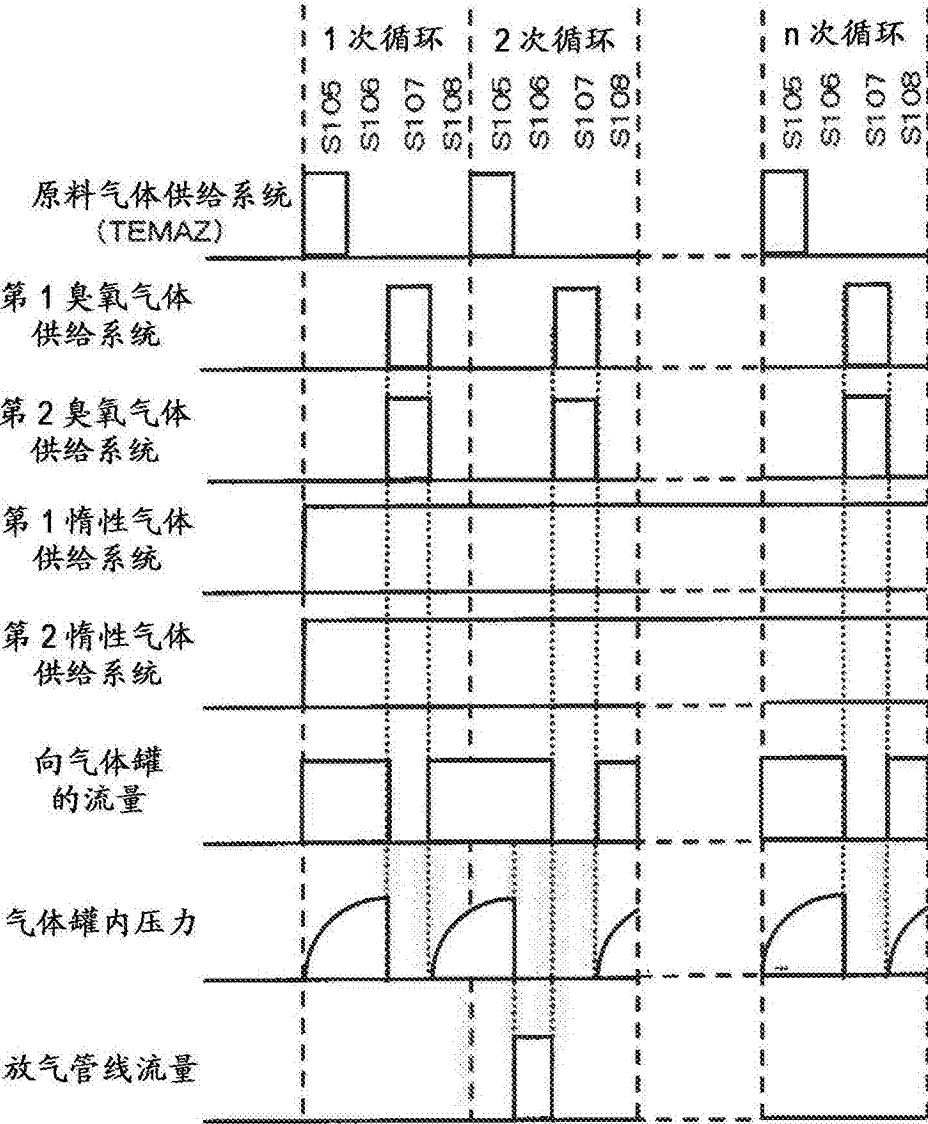


图7

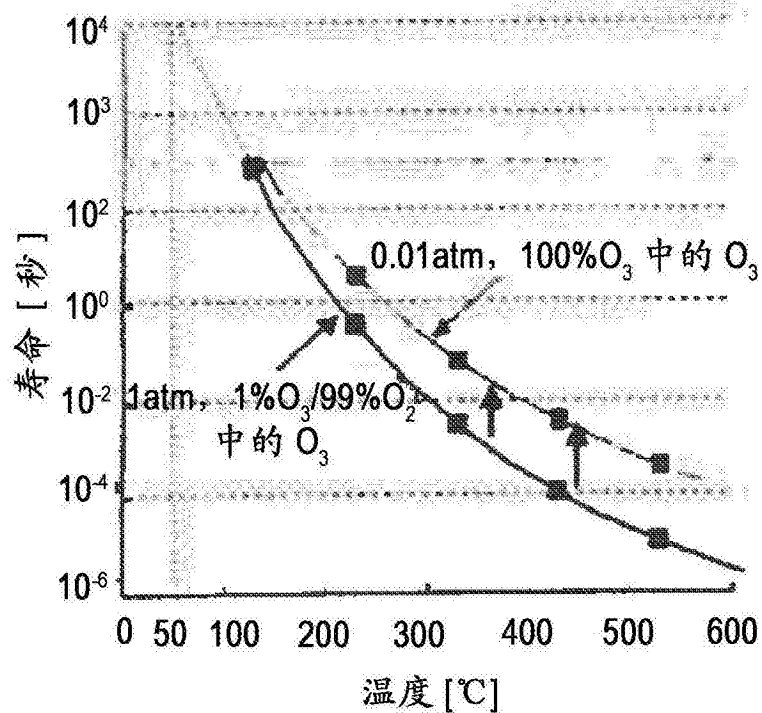


图8

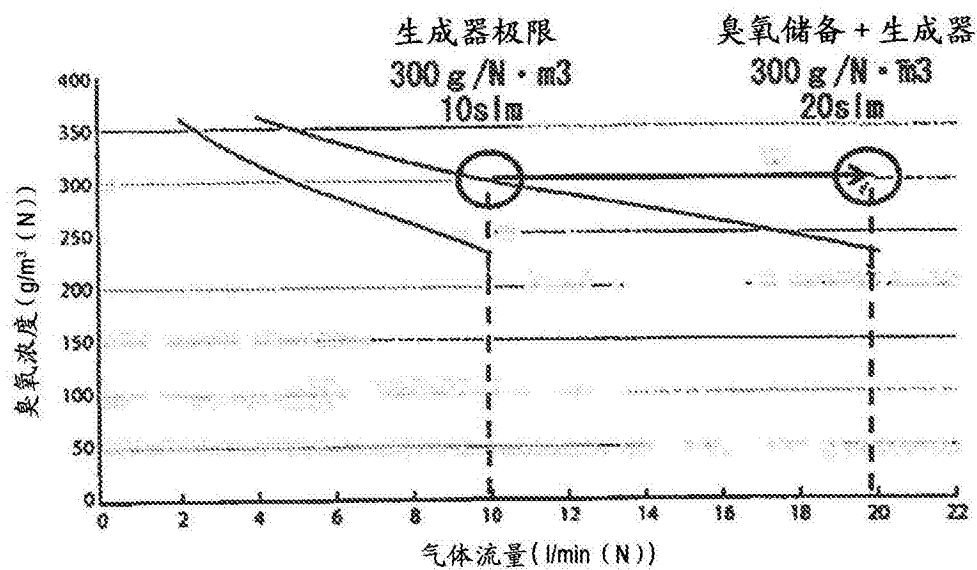


图9

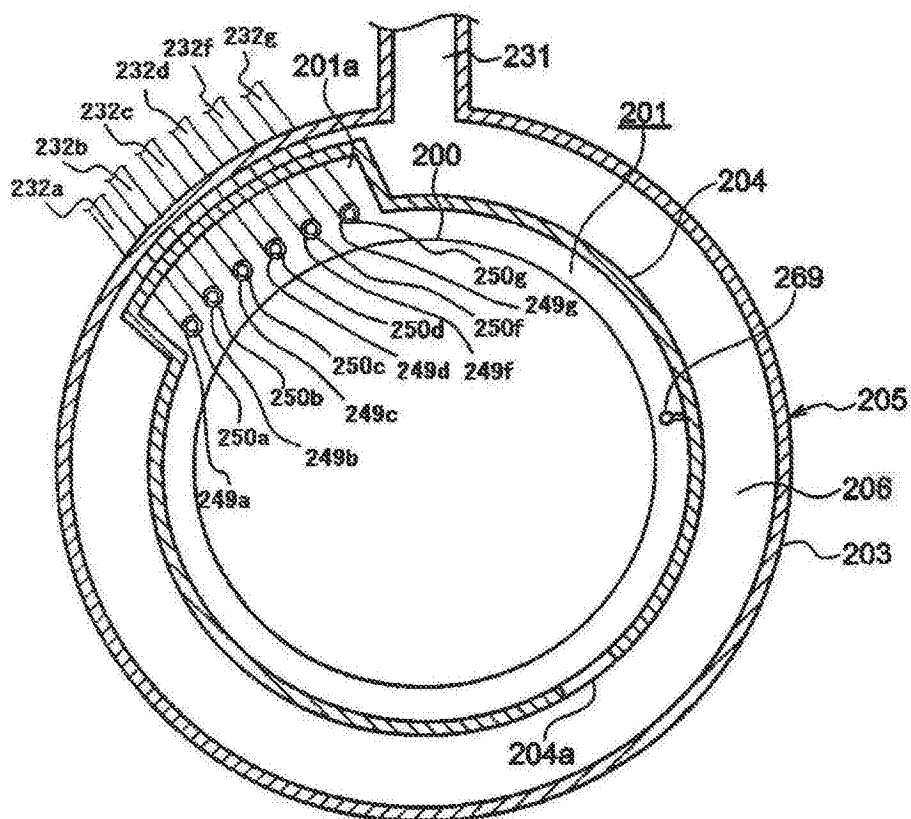


图 10

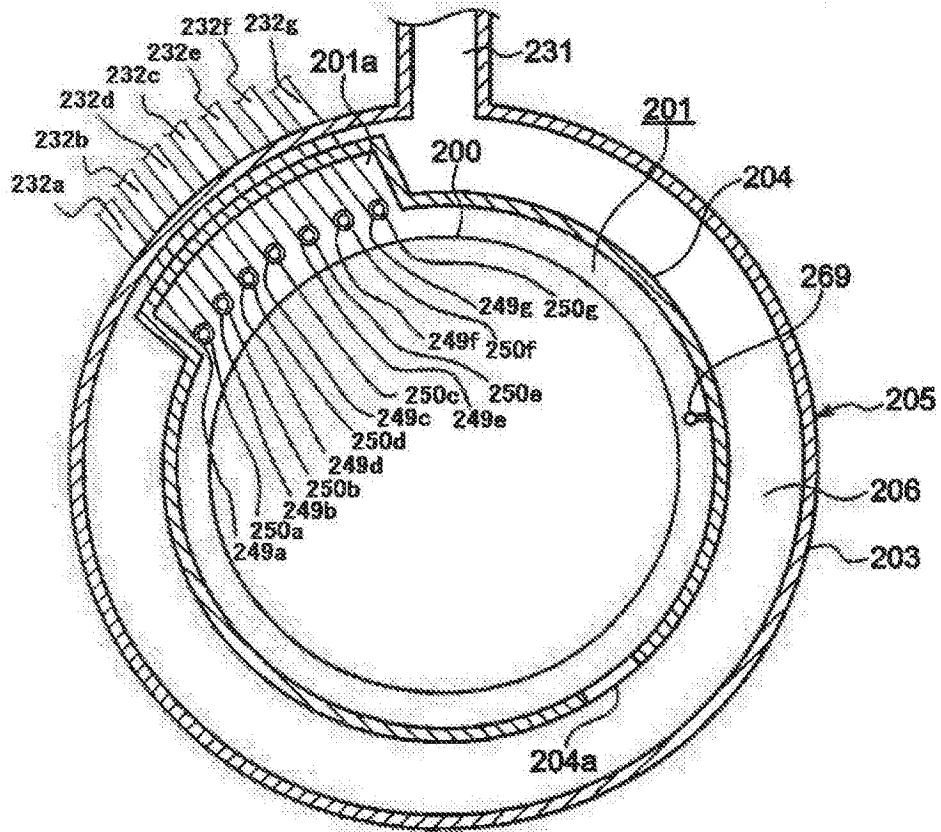


图11