(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111755355 B
(45)授权公告日 2024.10.18

(21)申请号 202010193528.0

(22)申请日 2020.03.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111755355 A

(43)申请公布日 2020.10.09

(30)优先权数据
2019-063107 2019.03.28 JP

(73)专利权人 株式会社国际电气
地址 日本东京都

(72)发明人 西田圭吾 尾崎贵志 平野敦士

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 陈彦 李宏轩

(51)Int.Cl.
H01L 21/67(2006.01)
H01L 21/02(2006.01)

(56)对比文件
US 2010218724 A1,2010.09.02
US 2015275366 A1,2015.10.01
US 2017067159 A1,2017.03.09

审查员 刘希燕

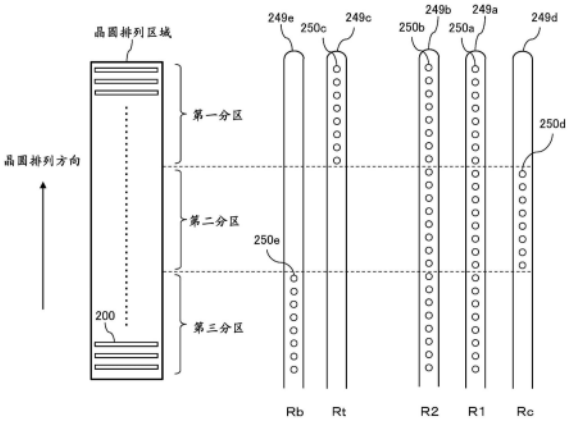
权利要求书3页 说明书18页 附图10页

(54)发明名称

半导体装置的制造方法、基板处理装置和记录介质

(57)摘要

本发明是半导体装置的制造方法、基板处理装置和记录介质,能控制在多个基板上形成的薄膜的基板间膜厚分布。本发明的半导体装置的制造方法包括:(a)将多个第一基板和表面积比第一基板小的第二基板在与面方向垂直的方向上排列并容纳在处理室内的工序,和(b)向排列有多个第一基板和第二基板的基板排列区域供给处理气体,从而在多个第一基板上形成薄膜的工序;(b)中,向包括排列有多个第一基板的至少一部分的区域且不包括排列有第二基板的区域的第一供给区域供给稀释气体或不实施稀释气体的供给的同时,向作为第一供给区域以外区域的包括排列有第二基板的区域的第二供给区域,以比向第一供给区域供给的稀释气体流量大的流量供给稀释气体。



CN 111755355 B

1.一种半导体装置的制造方法,具有:

(a)将多个第一基板和表面积比所述第一基板小的第二基板在与面方向垂直的方向上排列并容纳在处理室内的工序,和

(b)向排列有所述多个第一基板和所述第二基板的基板排列区域供给处理气体,从而在所述多个第一基板上形成薄膜的工序;

(b)包括以下工序:

(c)向所述基板排列区域中的第一供给区域供给稀释气体或者不实施所述稀释气体的供给,所述第一供给区域包括排列有所述多个第一基板的至少一部分的区域且不包括排列有所述第二基板的区域,并且,向所述基板排列区域中的、作为所述第一供给区域以外区域的包括排列有所述第二基板的区域的第二供给区域,以比向所述第一供给区域供给的稀释气体流量大的流量,由与供给所述处理气体的处理气体喷嘴不同的稀释气体喷嘴供给所述稀释气体的工序,

所述稀释气体喷嘴在与所述第一供给区域对应的位置不具有气体喷出口,而在与所述第二供给区域对应的位置具有气体喷出口。

2.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法,(b)中,向所述第一供给区域和所述第二供给区域的双方供给所述处理气体。

3.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法,(c)中,不实施所述稀释气体向所述第一供给区域的供给。

4.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法,

(c)中,调节向所述第一供给区域供给的所述稀释气体的流量和向所述第二供给区域供给的所述稀释气体的流量中的至少一方,使得所述第二供给区域中的所述处理气体的浓度与所述第一供给区域中的所述处理气体的浓度相同。

5.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法,

(c)中,调节向所述第一供给区域供给的所述稀释气体的流量和向所述第二供给区域供给的所述稀释气体的流量中的至少一方,使得在排列于所述第二供给区域的所述多个第一基板上形成的所述薄膜的厚度与在排列于所述第一供给区域的所述多个第一基板上形成的所述薄膜的厚度相同。

6.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法,

所述基板排列区域包括多个第二供给区域,

(c)中,由在各自对应于所述多个第二供给区域中的任一个的位置具有所述气体喷出口的多个所述稀释气体喷嘴,向所述多个第二供给区域单独地供给所述稀释气体。

7.如权利要求6所述的半导体装置的制造方法,

(c)中,对于向所述多个第二供给区域供给的所述稀释气体的流量,分别单独地进行调节。

8.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法,

所述处理气体喷嘴构成为向所述第一供给区域和所述第二供给区域的双方供给所述处理气体。

9.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法,

(b)具有:将非同时地进行以下的(d)和(e)作为一个循环,将该循环进行预定次数的工

序，

(d)向所述基板排列区域供给原料气体的工序，

(e)向所述基板排列区域供给反应气体的工序，

(c)在(d)中进行。

10.如权利要求1所述的半导体装置的制造方法，其中，

所述基板排列区域至少包括：所述基板排列区域的一端部侧的第一分区、所述基板排列区域的中央部侧的第二分区和所述基板排列区域的另一端部侧的第三分区，

所述第二分区与所述第一供给区域对应，所述第一分区和第三分区与所述第二供给区域对应，

(c)中，由与所述第一分区对应而设置的作为所述稀释气体喷嘴的第一稀释气体喷嘴向所述第一分区供给所述稀释气体，由与所述第三分区对应而设置的作为所述稀释气体喷嘴的第三稀释气体喷嘴向所述第二分区供给所述稀释气体。

11.如权利要求10所述的半导体装置的制造方法，

(c)中，不实施所述稀释气体向所述第二分区的供给。

12.如权利要求10所述的半导体装置的制造方法，

(c)中，由与所述第二分区对应而设置的与所述稀释气体喷嘴不同的第二稀释气体喷嘴向所述第二分区供给所述稀释气体。

13.一种基板处理装置，具有：

基板支撑器具，其将多个第一基板和表面积比所述第一基板小的第二基板以水平姿态多段支撑，

处理室，其构成为容纳支撑着所述多个第一基板和所述第二基板的状态的基板支撑器具，

处理气体喷嘴，其设置为沿着排列有所述多个第一基板和所述第二基板的方向在所述处理室内竖立且构成为向所述处理室内供给处理气体，和

稀释气体喷嘴，其设置为沿着排列有所述多个第一基板和所述第二基板的方向在所述处理室内竖立且构成为向所述处理室内供给稀释气体，且与所述处理气体喷嘴不同；

所述稀释气体喷嘴，在与排列有所述多个第一基板和所述第二基板的基板排列区域中的第一供给区域对应的位置不具有气体喷出口，并且在与所述基板排列区域中的第二供给区域对应的位置具有气体喷出口，所述第一供给区域包括排列有所述多个第一基板的区域且不包括排列有所述第二基板的区域，所述第二供给区域是所述第一供给区域以外的区域并且包括排列有所述第二基板的区域。

14.如权利要求13所述的基板处理装置，进一步具有第二稀释气体喷嘴，

所述第二稀释气体喷嘴构成为向所述第一供给区域供给所述稀释气体，并且不向所述第二供给区域供给所述稀释气体，且与所述稀释气体喷嘴不同。

15. 如权利要求14所述的基板处理装置，进一步具有：

多个稀释气体供给系统，其构成为分别向所述稀释气体喷嘴和所述第二稀释气体喷嘴供给所述稀释气体，和

控制部，所述控制部构成为控制所述多个稀释气体供给系统，以与由所述第二稀释气体喷嘴向所述第一供给区域供给所述稀释气体的流量相比大的流量，由所述稀释气体喷嘴

向所述第二供给区域供给所述稀释气体。

16.如权利要求13所述的基板处理装置，

所述基板排列区域包括多个第二供给区域，

所述稀释气体喷嘴被设置有多个，

所述多个的稀释气体喷嘴在分别对应于所述多个第二供给区域的任一个的位置具有所述气体喷出口。

17.一种计算机可读的记录介质，其记录有通过计算机使基板处理装置执行以下过程的程序：

(a)将多个第一基板和表面积比所述第一基板小的第二基板在与面方向垂直的方向上排列，并容纳在所述基板处理装置的处理室内的过程，

(b)通过向所述多个第一基板和所述第二基板的基板排列区域供给处理气体，从而在所述多个第一基板上形成薄膜的过程，

(b)中包括以下过程：

向所述基板排列区域中的第一供给区域由与供给所述处理气体的处理气体喷嘴不同的稀释气体喷嘴供给稀释气体或者不实施所述稀释气体的供给，其中，所述第一供给区域包括排列有所述多个第一基板中的至少一部分的区域且不包括排列有所述第二基板的区域，并且，向所述基板排列区域中的、作为所述第一供给区域以外的区域的包括排列有所述第二基板的区域的第二供给区域，以与向所述第一供给区域供给的稀释气体的流量相比大的流量供给所述稀释气体的过程，

所述稀释气体喷嘴在与所述第一供给区域对应的位置不具有气体喷出口，而在与所述第二供给区域对应的位置具有气体喷出口。

半导体装置的制造方法、基板处理装置和记录介质

技术领域

[0001] 本公开涉及处理基板的半导体装置的制造方法、基板处理装置和记录介质。

背景技术

[0002] 作为半导体装置的制造工序的一个工序,有时要进行对多个基板供给处理气体来在各个基板上形成薄膜的处理(例如,参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2016/110956号小册子

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 本公开的课题在于提供一种能够控制在多个基板上形成的薄膜的基板间膜厚分布的技术。

[0008] 解决课题的方法

[0009] 根据本公开的一个实施方式,具有:

[0010] (a)将多个第一基板和表面积比上述第一基板小的第二基板在与面方向垂直的方向上排列并容纳在处理室内的工序,和

[0011] (b)向排列有上述多个第一基板和上述第二基板的基板排列区域供给处理气体,从而在上述多个第一基板上形成薄膜的工序;

[0012] (b)包括以下工序:

[0013] 向上述基板排列区域中的第一供给区域供给稀释气体或者不实施上述稀释气体的供给,其中,上述第一供给区域包括排列有上述多个第一基板中的至少一部分的区域且不包括排列有上述第二基板的区域,并且,

[0014] 向上述基板排列区域中的、作为上述第一供给区域以外的区域的包括排列有上述第二基板的区域的第二供给区域,以与向上述第一供给区域供给的稀释气体的流量相比大的流量供给上述稀释气体的工序。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本公开所涉及的技术,能够控制在多个基板上形成的薄膜的基板间膜厚分布。

附图说明

[0017] [图1]是本公开的一个实施方式中适合使用的基板处理装置的纵型处理炉的概略构成图,是以纵截面图来显示处理炉部分的图。

[0018] [图2]是本公开的一个实施方式中适合使用的基板处理装置的纵型处理炉的概略构成图,是以图1的A-A线截面图来显示处理炉部分的图。

[0019] [图3]是本公开的一个实施方式中适合使用的基板处理装置的控制器的概略构成图,是以框图来显示控制器的控制系统的图。

[0020] [图4]是显示本公开的一个实施方式的成膜流程一例的图。

[0021] [图5]是显示本公开的一个实施方式的晶圆的排列状态的图。

[0022] [图6]是显示本公开的其他实施方式的晶圆的排列状态的图。

[0023] [图7]是显示本公开的另一其他实施方式的晶圆的排列状态的图。

[0024] [图8]是显示本公开的另一其他实施方式的晶圆的排列状态的图。

[0025] [图9]是本公开的一个实施方式中适合使用的喷嘴的概略构成图。

[0026] [图10]是本公开的其他实施方式中适合使用的喷嘴的概略构成图。

[0027] [图11]是显示参考例和实施例中在基板上形成的氧化膜的厚度的测定结果的图。

[0028] 符号说明

[0029] 200:晶圆(基板)

[0030] 249a:喷嘴(原料供给部)

[0031] 249b:喷嘴(氧化剂供给部、氮化剂供给部)

[0032] 249c～249e:喷嘴(非活性气体供给部)。

具体实施方式

[0033] 以下,对于本公开的一个实施方式(第一实施方式),使用图1～图5、图9等进行说明。

[0034] (1)基板处理装置的构成

[0035] 如图1所示,处理炉202具有作为加热机构(温度调节部)的加热器207。加热器207为圆筒形状,并通过保持板的支撑而垂直安装。加热器207还作为通过热使气体活性化(激发)的活性化机构(激发部)来发挥功能。

[0036] 在加热器207的内侧与加热器207同心圆状地配置有反应管210。反应管210具有双层管结构,所述双层管结构具备作为内部反应管的内管204以及作为同心圆状地包围内管204的外部反应管的外管203。内管204和外管203分别由例如石英(SiO_2)或碳化硅(SiC)等耐热性材料构成,形成为上端闭塞、下端开口的圆筒形状。

[0037] 在内管204的筒中空部形成对作为基板的晶圆200进行处理的处理室201。处理室201构成为能够将晶圆200以从处理室201内的一端侧(下方侧)向着另一端侧(上方侧),沿着与晶圆200的面方向垂直的方向排列的状态容纳。将处理室201内的排列有多片晶圆200的区域也称为基板排列区域(晶圆排列区域)。此外,将处理室201内的晶圆200的排列方向也称为基板排列方向(晶圆排列方向)。

[0038] 内管204和外管203分别由集管209从下方支撑。集管209由不锈钢(SUS)等金属材料构成,形成为上端和下端开口的圆筒形状。在集管209内壁的上端部设置有由SUS等金属材料构成的、向着集管209的径方向内侧延伸出的环状的法兰部209a。内管204的下端与法兰部209a的上表面抵接。外管203的下端与集管209的上端抵接。在外管203与集管209之间设置有作为密封构件的O型环220a。集管209的下端开口构成为处理炉202的炉口,在晶圆盒217借助后述的晶圆盒升降机115而上升时,被作为盖体的圆盘状密封帽219气密地封闭。在集管209与密封帽219之间设置有作为密封构件的O型环220b。

[0039] 内管204的顶部形成为平坦状,外管203的顶部形成为圆顶状。如果内管204的顶部形成为圆顶状,则供给至处理室201内的气体不会在多片晶圆200之间流动,而易于流入内管204顶部中的圆顶部分的内部空间。通过使内管204的顶部为平坦状,供给至处理室201内的气体能够有效地流过多片晶圆200之间。通过使内管204的顶部与后述的晶圆盒217的顶板之间的空隙(空间)变小,例如,通过使晶圆200的排列间隔(间距)大致相同,能够使气体有效地流过晶圆200之间。

[0040] 如图2所示,在内管204的侧壁形成有容纳喷嘴249a、喷嘴249b、249d的喷嘴容纳室204a和容纳喷嘴249c、249e的喷嘴容纳室204b。喷嘴容纳室204a、204b分别从内管204的侧壁向着内管204的径方向外侧突出,形成为沿着垂直方向延伸的通道形状。喷嘴容纳室204a、204b的内壁分别构成处理室201的内壁的一部分。喷嘴容纳室204a与喷嘴容纳室204b沿着内管204的内壁,即,沿着在处理室201内容纳的晶圆200的外周,分别配置在相互分开预定距离的位置上。具体而言,喷嘴容纳室204a、204b分别配置在以下这样的位置上,即,连接处理室201内容纳的晶圆200的中心与喷嘴容纳室204a的中心的直线L1与连接处理室201内容纳的晶圆200的中心与喷嘴容纳室204b的中心的直线L2所成的中心角θ(以喷嘴容纳室204a、204b的各中心为两端的圆弧所对的中心角)成为例如30～150°范围内的角度的位置。在喷嘴容纳室204a内容纳的喷嘴249b,249d配置为夹着喷嘴249a而在其两侧,即,沿着喷嘴容纳室204a的内壁(晶圆200的外周部)从两侧夹着喷嘴249a。本说明书中,也将喷嘴249a、249b依次称为R1、R2,将喷嘴249c、249d、249e依次称为Rt、Rc、Rb。也将喷嘴249c～249e称为Rt～Rb。

[0041] 喷嘴249a～249e分别设置为从喷嘴容纳室204a、204b的下部向着上部,即,沿着晶圆排列方向竖立。即,喷嘴249a～249e分别设置为在晶圆排列区域的侧方、在水平包围晶圆排列区域的区域中沿着晶圆排列区域。如图9所示,在喷嘴249a～249e的侧面,分别设置有作为第一气体供给口～第五气体供给口的气体喷出口250a～250e。喷嘴249a～249e例如由石英、SiC等耐热性材料构成。

[0042] 如图9所示,还可以考虑将上述晶圆排列区域分成多个分区。本实施方式中,也将晶圆排列区域的晶圆排列方向中的一端部侧(这里为上部侧)的分区称为第一分区(顶部分区)。此外,也将晶圆排列区域的晶圆排列方向中的中央部的分区称为第二分区(中部分区)。此外,也将晶圆排列区域的晶圆排列方向中的另一端部侧(这里为下部侧)的分区称为第三分区(底部分区)。

[0043] 从喷嘴249a、249b的上部直至下部设置多个喷嘴249a、249b的气体喷出口250a、250b,以分别对应于晶圆排列区域的晶圆排列方向上的整个区域。喷嘴249a、249b(即,R1、R2)构成为分别向着全部的第一分区～第三分区供给气体。

[0044] 喷嘴249c的气体喷出口250c仅在喷嘴249c的上部侧设置多个,以对应于晶圆排列区域中的晶圆排列方向上的上部侧区域(即,第一分区)。喷嘴249c(即,Rt)构成为能够向着第一分区供给气体,而不向着该分区之外的分区(即,第二分区、第三分区)供给气体。

[0045] 喷嘴249d的气体喷出口250d仅在喷嘴249d的中央部侧设置多个,以对应于晶圆排列区域中的晶圆排列方向上的中央部侧区域(即,第二分区)。喷嘴249d(即,Rc)构成为能够向着第二分区供给气体而不向着该分区之外的分区(即,第一分区、第三分区)供给气体。

[0046] 喷嘴249e的气体喷出口250e仅在喷嘴249e的下部侧设置多个,以对应于晶圆排列

区域中的晶圆排列方向上的下部侧区域(即,第三分区)。喷嘴249e(即,Rb)构成为能够向着第三分区供给气体而不向着该分区之外的分区(即,第一分区、第二分区)供给气体。

[0047] 需说明的是,气体喷出口250a～250e构成为分别向着处理室201的中心开口,能够向着晶圆200的中心供给气体。此外,气体喷出口250a～250e分别具有相同的开口面积,进而以相同的开口间距来设置。

[0048] 如图2所示,喷嘴249a～249e分别与气体供给管232a～232e连接。气体供给管232a～232e中,从气体流的上游侧开始依次分别设置有作为流量控制器(流量控制部)的质量流量控制器(MFC)241a～241e和作为开关阀的阀门243a～243e。在气体供给管232a的比阀门243a更下游侧,与气体供给管232g连接。气体供给管232g中,从气体流的上游侧开始依次分别设置有MFC241g和阀门243g。在气体供给管232b的比阀门243b更下游侧,与气体供给管232f、232h连接。在气体供给管232f、232h中,从气体流的上游侧开始依次分别设置有MFC241f、241h和阀门243f、243h。

[0049] 由气体供给管232a将作为原料(原料气体)的卤硅烷系气体经由MFC241a、阀门243a、喷嘴249a供给至处理室201内,所述卤硅烷系气体含有作为构成所要形成的膜的主要元素的硅(Si)和卤族元素。

[0050] 原料气体是指气体状态的原料,例如,将常温常压下为液体状态的原料气化而得到的气体、常温常压下为气体状态的原料等。卤硅烷系气体是指具有卤素基团的硅烷系气体。卤素基团中包括氯(Cl)、氟(F)、溴(Br)、碘(I)等卤族元素。作为卤硅烷系气体,例如,能够使用含有Si和Cl的原料气体,即,氯硅烷系气体。氯硅烷系气体作为Si源来发挥作用。作为氯硅烷系气体,例如,能够使用六氯二硅烷(Si_2Cl_6,简称:HCDS)气体。

[0051] 由气体供给管232b将作为反应体(反应气体)的含氧(O)气体经由MFC241b、阀门243b、喷嘴249b供给至处理室201内,所述含氧(O)气体作为氧化剂(氧化气体)来发挥作用。含O气体作为O源来发挥作用。作为含O气体,例如,能够使用氧(O_2)气体。

[0052] 由气体供给管232f将作为反应体(反应气体)的含氮(N)气体经由MFC241f、阀门243f、气体供给管232b、喷嘴249b供给至处理室201内,所述含氮(N)气体作为氮化剂(氮化气体)来发挥作用。含N气体作为N源来发挥作用。作为含N气体,例如,能够使用作为氮化氢系气体的氨(NH_3)气体。

[0053] 由气体供给管232c～232e将非活性气体分别经由MFC241c～241e、阀门243c～243e、喷嘴249c～249e供给至处理室201内。此外,由气体供给管232g、232h将非活性气体分别经由MFC241g、241h、阀门243g、243h、气体供给管232a、232b、喷嘴249a、249b供给至处理室201内。由喷嘴249c～249e供给至处理室201内的N_2气体主要作为后述的稀释气体来发挥作用。此外,由喷嘴249a、249b供给至处理室201内的N_2气体主要作为吹扫气体、载流气体来发挥作用。作为非活性气体,例如,能够使用氮(N_2)气体。

[0054] 原料供给系统主要由气体供给管232a、MFC241a、阀门243a构成。氧化剂供给系统主要由气体供给管232b、MFC241b、阀门243b构成。氮化剂供给系统主要由气体供给管232f、MFC241f、阀门243f构成。非活性气体供给系统主要由气体供给管232c～232e、232g、232h、MFC241c～241e、241g、241h、阀门243c～243e、243g、243h构成。

[0055] 供给原料的喷嘴249a也称为原料供给部或者原料气体喷嘴。在由喷嘴249b供给氧化剂时,也将喷嘴249b称为氧化剂供给部或者氧化气体喷嘴。在由喷嘴249b供给氮化剂时,

也将喷嘴249b称为氮化剂供给部或者氮化气体喷嘴。也将喷嘴249a、249b总称为处理气体供给部或者处理气体喷嘴。也将供给非活性气体的喷嘴249c～249e总称为非活性气体供给部或者非活性气体喷嘴。此外,如后所述,非活性气体供给部和非活性气体喷嘴也分别称为稀释气体供给部和稀释气体喷嘴。也将喷嘴249c～249e依次称为第一供给部～第三供给部或者第一喷嘴～第三喷嘴。非活性气体供给部是与原料供给部、氧化剂供给部、氮化剂供给部不同的供给部,此外,具有称为第一供给部～第三供给部的多个供给部。在由喷嘴249a、249b供给非活性气体时,还可以考虑将喷嘴249a、249b包括在非活性气体供给部内。

[0056] 原料供给系统构成为能够由喷嘴249a向着多个分区(即,全部第一～第三分区)供给经流量控制后的原料。氧化剂供给系统构成为能够由喷嘴249b向着多个分区(即,全部第一～第三分区)供给经流量控制后的氧化剂。氮化剂供给系统构成为能够由喷嘴249b向着多个分区(即,全部第一～第三分区)供给经流量控制后的氮化剂。非活性气体供给系统构成为能够由喷嘴249c～249e的各喷嘴向着多个分区(即,第一～第三分区的各分区)供给单独地经流量控制后的非活性气体。

[0057] 需说明的是,非活性气体供给部构成为由喷嘴249c向着第一分区供给单独地经流量控制后的非活性气体,并且不实施向着此外的分区(第二、第三分区)的非活性气体的供给,由喷嘴249d向着第二分区供给单独地经流量控制后的非活性气体,并且不实施向着此外的分区(第一、第三分区)的非活性气体的供给,由喷嘴249e向着第三分区供给单独地经流量控制后的非活性气体,并且不实施向着此外的分区(第一、第二分区)的非活性气体的供给。

[0058] 在内管204的侧面,在垂直方向上细长地开设有例如作为狭缝状的贯通口而构成的排气口(排气狭缝)204c。排气口204c在正视图中例如为矩形,设置在从内管204的侧壁下部直至上部。处理室201内与作为内管204和外管203之间的圆环状空间的排气空间205经由排气口204c连通。排气口204c在平面图中配置在上述直线L1的延长线上。即,喷嘴容纳室204a与排气口204c夹着在处理室201内容纳的晶圆200的中心而相对。此外,喷嘴249a的气体喷出口250a与排气口204c夹着在处理室201内容纳的晶圆200的中心而相对。

[0059] 如图1所示,经由排气空间205对处理室201内的气氛进行排气的排气管231被连接到外管203的下部。经由作为检测排气空间205内(即,处理室201内)的压力的压力检测器(压力检测部)的压力传感器245和作为压力调节器(压力调节部)的APC(Auto Pressure Controller,压力自动调节器)阀门244,作为真空排气装置的真空泵246被连接到排气管231。APC阀门244构成为能够通过在真空泵246运转的状态下使阀开关来进行处理室201内的真空排气和停止真空排气,进而在真空泵246运转的状态下,基于由压力传感器245检测的压力信息来调节阀开度,从而能够调节处理室201内的压力。排气系统主要由排气管231、APC阀门244、压力传感器245构成。还可以考虑将排气口204c、排气空间205、真空泵246包括在排气系统内。

[0060] 集管209的下端开口隔着O型环220b由密封帽219进行气密封闭。在密封帽219的下方设置有使晶圆盒217旋转的旋转机构267。旋转机构267的旋转轴255贯通密封帽219而与晶圆盒217连接。旋转机构267构成为通过使晶圆盒217旋转而使晶圆200旋转。密封帽219构成为借助垂直设置在反应管210外部的作为升降机构的晶圆盒升降机115而在垂直方向上升降。晶圆盒升降机115作为以下的搬送装置(搬送机构)来构成:通过使密封帽219升降,将

由晶圆盒217支撑的晶圆200搬入处理室201内和搬出处理室201外的搬送装置(搬送机构)。

[0061] 作为基板支撑器具的晶圆盒217构成为能够将多片(例如25～200片)晶圆200以水平姿态且相互中心对齐的状态在垂直方向上整齐排列并多段支撑,即,隔着间隔而排列。晶圆盒217例如由石英、SiC等耐热性材料构成。在晶圆盒217的下部,例如由石英、SiC等耐热材料构成的隔热板218被多段地支撑。

[0062] 在外管203与内管204之间设置有作为温度检测器的温度传感器263。基于由温度传感器263检测的温度信息来调节向加热器207的通电量,从而使处理室201内的温度达到所希望的温度分布。温度传感器263沿着外管203的内壁设置。

[0063] 如图3所示,作为控制部(控制单元)的控制器121构成为具有CPU(Central Processing Unit,中央处理器)121a、RAM(Random Access Memory,随机储存器)121b、存储装置121c和I/O接口121d的计算机。构成为RAM121b、存储装置121c、I/O接口121d能够经由内部总线121e与CPU121a进行数据交换。控制器121与作为例如触摸面板等而构成的输入输出装置122连接。

[0064] 存储装置121c例如由闪存、HDD(Hard Disk Drive,硬盘驱动器)等构成。在存储装置121c内可读取地储存着控制基板处理装置的动作的控制程序、记载了后述基板处理的过程、条件等的工艺制程。工艺制程是按照使控制器121执行后述的基板处理中的各过程并得到预定结果的方式进行组合而得的,作为程序来发挥功能。以下,将这样的工艺制程、控制程序等也简单地总称为程序。此外,将工艺制程也简称为制程。本说明书中在使用“程序”的术语时,包括仅为单独制程的情形,包括仅为单独控制程序的情形,也包括制程和控制程序组合的情形。RAM121b构成为将由CPU121a读出的程序、数据等临时保存的存储区域(工作区域)。

[0065] I/O接口121d与上述MFC241a～241h、阀门243a～243h、压力传感器245、APC阀门244、真空泵246、加热器207、温度传感器263、旋转机构267、晶圆盒升降机115等连接。

[0066] CPU121a构成为从存储装置121c读出控制程序并执行,并按照来自输入输出装置122的操作指令的输入等,从存储装置121c读出制程。CPU121a还构成为,按照所读出的制程的内容,控制由MFC241a～241h进行的各种气体的流量调节动作、阀门243a～243h的开关动作、APC阀门244的开关动作和基于压力传感器245的由APC阀门244进行的压力调节动作、真空泵246的起动和停止、基于温度传感器263的加热器207的温度调节动作、由旋转机构267进行的晶圆盒217的旋转和旋转速度调节动作、由晶圆盒升降机115进行的晶圆盒217的升降动作等。

[0067] 控制器121可以通过将存储在外部存储装置123中的上述程序安装到计算机中来构成。外部存储装置123,例如,包括HDD等磁盘、CD等光盘、MO等光磁盘、USB存储器卡等半导体存储器等。存储装置121c、外部存储装置123构成为能够由计算机读取的记录介质。以下,将这些也简单地总称为记录介质。本说明书在使用“记录介质”这样的术语时,包括仅为单独的存储装置121c的情形,包括仅为单独的外部存储装置123的情形,或者包括其二者的情形。需说明的是,向计算机提供程序,可以不使用外部存储装置123,还可以利用互联网、专线等通信方式来进行。

[0068] (2)基板处理工序

[0069] 使用上述基板处理装置,作为半导体装置的制造工序的一个工序,使用图4对在作

为基板的晶圆200上形成氮氧化膜的基板处理流程例,即,成膜流程例进行说明。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121来控制。

[0070] 图4所示的成膜流程中,通过将以下的步骤A、步骤B、步骤C非同时进行的循环进行预定次数(n次,n为1以上的整数),从而在晶圆200上形成作为氮氧化膜的含有Si、O和N的膜,即,氮氧化硅膜(SiON膜):

[0071] 步骤A,由作为原料供给部的喷嘴249a向晶圆200供给作为原料的HCDS气体,

[0072] 步骤B,由作为氧化剂供给部的喷嘴249b向晶圆200供给作为氧化剂的O_2气体,

[0073] 步骤C,由作为氮化剂供给部的喷嘴249b向晶圆200供给作为氮化剂的NH_3气体。

[0074] 需说明的是,在图4所示的成膜流程的步骤A中,由与原料供给部不同的非活性气体供给部(即,与喷嘴249a不同的喷嘴249c~249e)向晶圆200供给作为非活性气体的N_2气体,并通过控制该N_2气体的流量,来调节在晶圆200排列方向上的作为原料的HCDS气体的浓度分布。作为由喷嘴249c~249e供给的非活性气体的N_2气体发挥作为针对原料HCDS气体的稀释气体的作用。

[0075] 本说明书中,为了方便,有时也如下来显示图4所示的成膜流程。为了方便,图4中,将步骤A~步骤C的实施期间分别表示为A~C。这一点在后述的变形例、其他实施方式中也相同。

[0076] $(R1:\ HCDS,\ Rt\sim Rb:\ N_2 \rightarrow R2:\ O_2 \rightarrow R2:\ NH_3) \times n \Rightarrow SiON$

[0077] 本说明书中,在使用“晶圆”这样的术语时,包括意味着“晶圆自身”的情形、意味着“晶圆与在其表面形成的预定层、膜等的层叠体”的情形。本说明书中,在使用“晶圆表面”这样的术语时,包括意味着“晶圆自身的表面”的情形、意味着“在晶圆上形成的预定层等的表面”的情形。本说明书中,在记载“在晶圆上形成预定层”时,包括意味着在晶圆自身的表面上直接形成预定层的情形,意味着在形成于晶圆上的层等之上形成预定层的情形。本说明书中,在使用“基板”这样的术语时与使用“晶圆”这样的术语时的情形意思相同。

[0078] (晶圆装载和晶圆盒搭载)

[0079] 将多片晶圆200装填到晶圆盒217内(晶圆装载)。然后,如图1所示,将支撑多片晶圆200的晶圆盒217由晶圆盒升降机115抬升,搬入处理室201内(晶圆盒搭载)。在此状态下,密封帽219成为隔着O型环220b将集管209的下端密闭的状态。

[0080] 这里,本实施方式中,如图5所示,将作为第一基板的大表面积晶圆200a与作为第二基板的小表面积晶圆200b作为多片晶圆200装填至晶圆盒217的晶圆排列区域。大表面积晶圆200a是表面积比小表面积晶圆200b大的晶圆,例如,是在其表面形成了构成半导体设备等的图案的设备晶圆(制品晶圆)。小表面积晶圆200b是表面积比大表面积晶圆200a小的晶圆,例如,是在其表面未形成图案等(即,具有无修饰(plain)的结构)的假片晶圆、测试晶圆。

[0081] 晶圆盒217在整个晶圆排列区域具有能够装填120片晶圆200的插槽。本实施方式中,小表面积晶圆200b分别在第一分区的上部侧装填10片,在第三分区的下部侧装填10片。此外,大表面积晶圆200a从第一分区直至第三分区装填100片。这里,将晶圆排列区域中的装填了大表面积晶圆200a的区域称为第一基板区域,将晶圆排列区域中的装填了小表面积晶圆200b的区域称为第二基板区域。

[0082] (压力调节和温度调节)

[0083] 接下来,由真空泵246对处理室201内进行真空排气(减压排气),使得处理室201内(即,存在晶圆200的空间)达到所希望的压力(真空度)。这时,处理室201内的压力由压力传感器245测定,基于该测定的压力信息对APC阀门244进行反馈控制。此外,由加热器207进行加热使得处理室201内的晶圆200达到所希望的温度。这时,基于温度传感器263检测的温度信息对加热器207的通电量进行反馈控制,使得处理室201内达到所希望的温度分布。此外,由旋转机构267开始晶圆200的旋转。在至少直至对晶圆200的处理结束期间,处理室201内的排气、晶圆200的加热和旋转均持续进行。

[0084] (成膜步骤)

[0085] 然后,在晶圆排列区域中排列了多片晶圆200的状态下依次进行如下步骤A～C。

[0086] [步骤A]

[0087] 该步骤中,向处理室201内的晶圆200供给HCDS气体(HCDS气体供给步骤)。

[0088] 具体而言,打开阀门243a,向气体供给管232a内流入HCDS气体。HCDS气体由MFC241a调节流量,分别由在喷嘴249a侧面设置的多个气体喷出口250a供给至处理室201内,经由排气口204c、排气空间205由排气管231进行排气。这时,向晶圆200供给HCDS气体。

[0089] 这时,打开阀门243c～243e,由喷嘴249c～249e向处理室201内供给N_2气体。这时,通过单独地调节由喷嘴249c～249e供给的N_2气体的流量,来调节在大表面积晶圆200a上形成的SiON膜的膜厚等。该流量调节的具体内容及其作用效果在后文中记载。

[0090] HCDS气体供给步骤中,也可以打开阀门243g、243h,由喷嘴249a、249b向处理室201内供给N_2气体。通过由喷嘴249b～249e供给N_2气体,能够抑制HCDS气体向喷嘴249b～249e内的侵入。

[0091] 作为本步骤中的处理条件,示例如下:

[0092] HCDS气体供给流量:0.01～2slm,优选为0.1～1slm,

[0093] N_2气体供给流量(Rt和Rb分别):0.5～10slm,

[0094] N_2气体供给流量(Rc):0～0.1slm,

[0095] N_2气体供给流量(R1):0～10slm,

[0096] N_2气体供给流量(R2):0～0.1slm,

[0097] 各气体供给时间:1～120秒,优选为1～60秒,

[0098] 处理温度:250～800℃,优选为400～700℃,

[0099] 处理压力:1～2666Pa,优选为67～1333Pa。

[0100] 本说明书中记载的“250～800℃”这样的数值范围,意味着该范围包括下限值和上限值。因此,例如,“250～800℃”意味着“250℃以上800℃以下”。其他数值范围也相同。

[0101] 通过在上述条件下向晶圆200供给HCDS气体,会在晶圆200的最外表面上形成作为第一层的包含Cl的含Si层。包含Cl的含Si层通过在晶圆200的最外表面上,HCDS发生物理吸附,或者HCDS的一部分分解而成的物质(以下记为Si_xCl_y)发生化学吸附,或者因HCDS热分解而Si发生堆积等来形成。包含Cl的含Si层也可以是HCDS、Si_xCl_y的吸附层(物理吸附层、化学吸附层),也可以是包含Cl的Si层(Si的堆积层)。本说明书中,有时也将包含Cl的含Si层简称为含Si层。

[0102] 在形成第一层后,关闭阀门243a,停止向处理室201内供给HCDS气体。然后,对处理室201内进行真空排气,将处理室201内残留的气体等从处理室201内排除(吹扫步骤)。这

时,打开阀门243c～243e、243g、243h,由喷嘴249a～249e向处理室201内供给N_2气体。N_2气体作为吹扫气体来发挥作用。

[0103] 作为原料(原料气体),除了HCDS气体之外,能够使用单氯硅烷(SiH_3Cl,简称:MCS)气体、二氯硅烷(SiH_2Cl_2,简称:DCS)气体、三氯硅烷($SiHCl_3$,简称:TCS)气体、四氯硅烷($SiCl_4$,简称:STC)气体、八氯三硅烷(Si_3Cl_8,简称:OCTS)气体等氯硅烷系气体。

[0104] 作为非活性气体,除了N_2气体之外,能够使用Ar气体、He气体、Ne气体、Xe气体等惰性气体。这一点在后述各步骤中也相同。

[0105] [步骤B]

[0106] 在步骤A结束后,向处理室201内的晶圆200,即,向形成在晶圆200上的第一层供给O_2气体(O_2气体供给步骤)。

[0107] 具体而言,打开阀门243b,向气体供给管232b内流入O_2气体。O_2气体由MFC241b调节流量,分别从在喷嘴249b侧面设置的多个气体喷出口250b供给至处理室201内,经由排气口204c、排气空间205由排气管231进行排气。这时,向晶圆200供给O_2气体。

[0108] 这时,与步骤A同样,由喷嘴249c～249e向处理室201内供给N_2气体。步骤B中,出于抑制O_2气体侵入喷嘴249c～249e内的目的,由喷嘴249c～249e向处理室201内供给N_2气体。需说明的是,与步骤A同样,通过单独地调节由喷嘴249c～249e供给的N_2气体的流量,也能够调节在大表面积晶圆200a上形成的SiON膜的膜厚等。

[0109] O_2气体供给步骤中,与步骤A同样,还可以由喷嘴249a、249b向处理室201内供给N_2气体。

[0110] 作为本步骤中的处理条件,示例如下:

[0111] O_2气体供给流量:0.1～10slm,

[0112] N_2气体供给流量(Rt、Rc和Rb分别):0～0.1slm,

[0113] N_2气体供给流量(R2):0～10slm,

[0114] N_2气体供给流量(R1):0～0.1slm,

[0115] 各气体供给时间:1～120秒,优选为1～60秒,

[0116] 处理压力:1～4000Pa,优选为1～3000Pa。

[0117] 其他处理条件与步骤A中的处理条件相同。

[0118] 通过在上述条件下向晶圆200供给O_2气体,在晶圆200上形成的第一层的至少一部分被氧化(改性)。通过第一层被改性,在晶圆200上形成作为第二层的含有Si和O的层,即,SiO层。在形成第二层时,第一层中所含的Cl等杂质在由O_2气体进行的第一层的改性反应过程中,构成至少含Cl的气体状物质,被从处理室201内排出。由此,第二层就成为与第一层相比Cl等杂质少的层。

[0119] 在形成第二层后,关闭阀门243b,停止向处理室201内供给O_2气体。然后,通过与步骤A的吹扫步骤同样的处理过程,将处理室201内残留的气体等从处理室201内排除(吹扫步骤)。

[0120] 作为氧化剂(氧化气体),除了O_2气体之外,能够使用氧化亚氮(N_2O)气体、一氧化氮(NO)气体、二氧化氮(NO_2)气体、臭氧(O_3)气体、水蒸气(H_2O气体)、一氧化碳(CO)气体、二氧化碳(CO_2)气体等含O气体。

[0121] [步骤C]

[0122] 在步骤B结束后,向在处理室201内的晶圆200,即,向形成于晶圆200上的第二层供给NH_3气体(NH_3气体供给步骤)。

[0123] 具体而言,打开阀门243f,向气体供给管232f内流入NH_3气体。NH_3气体由MFC241f调节流量,经由气体供给管232b流入喷嘴249b内,分别由在喷嘴249b侧面设置的多个气体喷出口250b供给至处理室201内,经由排气口204c、排气空间205由排气管231进行排气。这时,向晶圆200供给NH_3气体。

[0124] 这时,与步骤A和B同样,由喷嘴249c～249e向处理室201内供给N_2气体。步骤C中,与步骤B同样,出于抑制NH_3气体侵入喷嘴249c～249e内的目的,由喷嘴249c～249e向处理室201内供给N_2气体。需说明的是,与步骤A同样,通过单独地调节由喷嘴249c～249e供给的N_2气体的流量,也能够调节在大表面积晶圆200a上形成的SiON膜的膜厚等。

[0125] 在NH_3气体供给步骤中,还可以与步骤A同样,由喷嘴249a、249b向处理室201内供给N_2气体。

[0126] 作为本步骤中的处理条件,示例如下:

[0127] NH_3气体供给流量:0.1～10slm,

[0128] N_2气体供给流量(Rt、Rc和Rb分别):0～0.1slm,

[0129] N_2气体供给流量(R2):0～10slm,

[0130] N_2气体供给流量(R1):0～0.1slm,

[0131] 各气体供给时间:1～120秒,优选为1～60秒,

[0132] 处理压力:1～4000Pa,优选为1～3000Pa。

[0133] 其他处理条件与步骤A中的处理条件相同。

[0134] 通过在上述条件下向晶圆200供给NH_3气体,在晶圆200上形成的第二层的至少一部分被氮化(改性)。通过第二层被改性,会在晶圆200上形成作为第三层的含有Si、O和N的层,即,SiON层。在形成第三层时,第二层中所含的Cl等杂质在由NH_3气体进行的第二层的改性反应过程中,构成至少含Cl的气体状物质,被从处理室201内排出。由此,第三层就成为与第二层相比Cl等杂质少的层。

[0135] 在形成第三层后,关闭阀门243f,停止向处理室201内供给NH_3气体。然后,通过与步骤A的吹扫步骤同样的处理过程,将在处理室201内残留的气体等从处理室201内排除(吹扫步骤)。

[0136] 作为氮化剂(氮化气体),除了NH_3气体之外,能够使用亚肼(N_2H_2)气体、肼(N_2H_4)气体、N_3H_8气体等含N气体。

[0137] [实施预定次数]

[0138] 将非同时(即,不同步)地进行步骤A～C作为循环,通过将该循环进行1次以上(n次),能够在晶圆200上形成所希望膜厚、所希望组成的SiON膜。上述循环优选反复进行多次。即,优选使每1个循环形成的第三层的厚度比所希望的膜厚小,反复进行多次上述循环,直至通过层叠第三层而形成的SiON膜的膜厚达到所希望的膜厚。

[0139] (后吹扫～大气压恢复)

[0140] 在成膜步骤结束后,由喷嘴249a～249e向处理室201内供给N_2气体,并经由排气口204c、排气空间205由排气管231进行排气。N_2气体作为吹扫气体来发挥作用。由此,对处理室201内进行吹扫,将在处理室201内残留的气体、反应副生成物从处理室201内除去(后吹

扫)。然后,将处理室201内的气氛置换为非活性气体(非活性气体置换),使处理室201内的压力恢复为常压(大气压恢复)。

[0141] (晶圆盒卸载和晶圆释放)

[0142] 由晶圆盒升降机115使密封帽219下降,打开集管209的下端。然后,将处理后的晶圆200在由晶圆盒217支撑的状态下从集管209的下端搬出至反应管210的外部(晶圆盒卸载)。将处理后的晶圆200搬出至反应管210的外部后,从晶圆盒217中取出(晶圆释放)。

[0143] (3)N_2气体的流量控制和作用效果

[0144] 以下,对步骤A中进行的N_2气体的流量控制的具体内容及其作用效果进行说明。

[0145] 步骤A中对晶圆200表面供给的HCDS气体,在该表面上形成含Si层时,由于发生吸附、分解等而被消耗。这时,受到HCDS气体供给的晶圆200的表面积越大,则单位时间内被消耗的气体的量就越多。即,对于大表面积晶圆200a供给的HCDS气体与对于小表面积晶圆200b的表面供给的HCDS气体相比被更快速地消耗。

[0146] 因此,如本实施方式这样,使用在整个晶圆排列区域均匀设置了气体喷出口250a的喷嘴249a,将相同浓度和流量(尤其这里是对各个晶圆200供给的流量)的HCDS气体供给到排列了大表面积晶圆200a的第一基板区域和排列了小表面积晶圆200b的第二基板区域的每一个,这种情况下,第二基板区域中的HCDS气体的浓度比第一基板区域中的该气体的浓度高,高出因消耗速度低而导致的那么多。进而,第二基板区域中的高浓度HCDS气体绕进与第二基板区域邻接的第一基板区域内的区域(以下,也称为邻接基板区域),从而提高邻接基板区域中的HCDS气体的浓度。其结果是,排列在邻接基板区域的大表面积晶圆200a上所形成的含Si层的厚度变得比排列在邻接基板区域外的大表面积晶圆200a上所形成的含Si层的厚度大。即,在排列在第一基板区域的多个大表面积晶圆200a之间,形成在其面上的含Si层的厚度会产生偏差。

[0147] 在此,本实施方式中,在步骤A中,对于基板排列区域中的连续的第一供给区域供给作为稀释气体的N_2气体或者不实施作为稀释气体的N_2气体的供给的同时,对于基板排列区域中的连续的第二供给区域,以与对第一供给区域供给的作为稀释气体的N_2气体的流量(更具体而言,是对于晶圆200的排列方向上的每单位长度供给的流量)相比大的流量(更具体而言,是对于晶圆200的排列方向上的每单位长度供给的流量),供给作为稀释气体的N_2气体,所述第一供给区域包括排列有多个大表面积晶圆200a中的至少一部分的区域(第一基板区域)且不包括排列有小表面积晶圆200b的区域(第二基板区域),所述第二供给区域包括作为第一供给区域以外区域的排列有小表面积晶圆200b的区域(第二基板区域)。

[0148] 图5所示的例子中,将排列有小表面积晶圆200b的第一分区和第三分区作为第二供给区域,将仅排列有大表面积晶圆200a的第二分区作为第一供给区域。而且,在步骤A中,单独地进行由作为第一稀释气体喷嘴的喷嘴249c(Rt)、作为第三稀释气体喷嘴的喷嘴249e(Rb)、作为第二稀释气体喷嘴的喷嘴249d(Rc)分别供给的N_2气体的流量控制,使得由Rt、Rb供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第二供给区域流量)比由Rc供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第一供给区域流量)大。

[0149] 例如在图5所示的例子中,第一～第三分区中的晶圆200的排列方向上的长度大致相同。这种情况下,分别控制MFC241c～241e,使得分别从Rt、Rb向处理室201内供给的N_2气体的流量(每个喷嘴的N_2气体的总流量)比从Rc向处理室201内供给的N_2气体的流量大。由

此,能够使得从Rt、Rb供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量比从Rc供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量大。

[0150] 此外,如图5所示的例子那样,Rt、Rb、Rc的气体喷出口250c、250e、250d在晶圆200的排列方向上以大致相同的开口间距设置时,分别控制MFC241c～241e,使得从气体喷出口250c、250e的每个开口供给至处理室201内的N_2气体的流量(每一开口的N_2气体的流量)比从气体喷出口250d的每个开口供给至处理室201内的N_2气体的流量大。由此,能够使得从Rt、Rb供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量比从Rc供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量大。

[0151] 此外,如本实施方式那样,在整个晶圆排列区域中晶圆200以均等的间隔排列时,也可以分别单独地控制MFC241c～241e,使得从Rt、Rb对各个晶圆200供给的N_2气体的流量(对每一片晶圆供给的N_2气体的流量)比从Rc对各个晶圆200供给的N_2气体的流量(对每一片晶圆供给的N_2气体的流量)大。

[0152] 这样,通过对应于小表面积晶圆200b被排列的位置来如本实施方式那样控制作为稀释气体的N_2气体的供给流量,能够抑制第二供给区域内的邻接基板区域中的HCDS气体浓度的上升。换而言之,能够降低从第二基板区域绕进邻接基板区域的HCDS气体的影响。

[0153] 希望分别单独地控制由Rt～Rb供给的N_2气体的流量,从而使得在第一供给区域内排列的大表面积晶圆200a上形成的含Si层的厚度与在第二供给区域内排列的大表面积晶圆200a上形成的含Si层的厚度接近,更希望实质性相同。

[0154] 更具体而言,分别控制从Rt～Rb供给的N_2气体的流量,使得第二供给区域(第一分区和第三分区)中的HCDS气体的浓度(分压)与第一供给区域(第二分区)中的该气体的浓度(分压)接近,更希望实质性相同。作为步骤A中的从Rt～Rb供给的N_2气体的流量(每一喷嘴的N_2气体的总流量)的一例,设为Rt:1.0slm,Rc:0slm,Rb:1.0slm。该例中,对于2个第二供给区域(第一分区和第三分区)供给的N_2气体的流量相等,但也可以控制为使得对于不同的第二供给区域,所供给的N_2气体的流量不同。

[0155] 由此,能够使得在第一供给区域内排列的大表面积晶圆200a上形成的含Si层的厚度与在第二供给区域内排列的大表面积晶圆200a上形成的含Si层的厚度接近,更希望实质性相同。此外,对于在上述基板处理工序中所形成的SiON膜也同样,能够使得在第一供给区域内排列的大表面积晶圆200a上形成的SiON膜的厚度与在第二供给区域内排列的大表面积晶圆200a上形成的SiON膜的厚度接近,更希望实质性相同。

[0156] 本实施方式中,将来自Rc的作为稀释气体的N_2气体的供给流量(第一供给区域流量)设为0slm。即,这种情况下,在步骤A中,对于第一供给区域不实施作为稀释气体的N_2气体的供给,另一方面,仅对第二供给区域,局部地实施作为稀释气体的N_2气体的供给。不过,为了防止HCDS气体侵入Rc、微调第一供给区域(第二分区)中的HCDS气体的浓度分布等目的,也可以从Rc供给少量的N_2气体。例如,也可以将来自Rc的N_2气体的供给流量(第一供给区域流量)设为0.1slm。

[0157] 此外,本实施方式中,仅在步骤A中,对应于小表面积晶圆200b的排列位置而控制向第一～第三分区供给的作为稀释气体的N_2气体的流量,但在步骤B和步骤C中的至少任一步骤中,通过同样地调节向第一～第三分区供给的N_2气体的流量,能够使得分别向多个大表面积晶圆200a供给的O_2气体、NH_3气体的浓度接近均等。

[0158] 此外,在使用HCDS气体以外的上述原料时、在使用O_2气体以外的上述氧化剂时、在使用NH_3气体以外的上述氮化剂时、在使用N_2气体以外的上述非活性气体时,能够同样地得到上述效果。

[0159] <第一实施方式的变形例1>

[0160] 另外,第一实施方式中,如上所述,在不实施从Rc供给N_2气体时,也可以按不具有Rc的方式构成基板处理装置。这种情况下,使用Rt、Rb仅对于第二供给区域(第一分区和第三分区)局部地实施作为稀释气体的N_2气体的供给。本变形例适合于如第一实施方式那样,仅在晶圆排列区域的上端侧和下端侧装填小表面积晶圆200b的情形。

[0161] <第一实施方式的变形例2>

[0162] 此外,第一实施方式中,示例了通过分别控制从Rt~Rb供给的N_2气体的流量来调节第一供给区域和第二供给区域中的HCDS气体的浓度,但除了Rt~Rb(或者Rt和Rb)之外,通过将从R1和R2的至少一方供给的N_2气体用作稀释气体,也可以进一步调节第一供给区域和第二供给区域中的HCDS气体的浓度。本变形例适合于通过仅调节从Rt~Rb(或者Rt和Rb)供给的N_2气体的流量而难以将晶圆排列区域中的HCDS气体的浓度分布调节到所希望的分布的情形。

[0163] <第二实施方式>

[0164] 上述第一实施方式中,对于将晶圆200(大表面积晶圆200a和小表面积晶圆200b)如图5所示那样装填于晶圆盒217来进行处理的例子进行了说明。这里,对于以与第一实施方式不同的如图6所示的排列来装填晶圆200并进行处理的例子,作为第二实施方式来进行说明。

[0165] 本实施方式中,将小表面积晶圆200b分别在第二分区的中央部装填10片,在第三分区的下部侧装填10片。此外,将大表面积晶圆200a分别装填在整个第一分区以及第二分区和第三分区的未排列小表面积晶圆200b的区域,合计装填100片。即,本实施方式中,将排列了小表面积晶圆200b的第二分区和第三分区作为第二供给区域,将仅排列了大表面积晶圆200a的第一分区作为第一供给区域。

[0166] 本实施方式中,在步骤A中,进行流量控制,使得从喷嘴249d(Rc)、249e(Rb)供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第二供给区域流量)比从喷嘴249c(Rt)供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第一供给区域流量)大。

[0167] 更具体而言,分别控制从Rt~Rb供给的N_2气体的流量,使得第二供给区域(第二分区和第三分区)中的HCDS气体的浓度与第一供给区域(第一分区)中的该气体的浓度(分压)接近,更希望实质性相同。作为步骤A中的从Rt~Rb供给的N_2气体的流量(每一喷嘴的N_2气体的总流量)的一例,设为Rt:0slm,Rc:1.0slm,Rb:1.0slm。此外,与第一实施方式的情形相同,并非不实施来自Rt的N_2气体的供给,也可以从Rt供给少量的N_2气体。例如,从Rt供给的N_2气体的供给流量(第一供给区域流量)可以设为0.1slm。

[0168] 本实施方式的情况下,在第一分区的上方,存在未配置大表面积晶圆200a的区域。如果HCDS气体流入这样的区域,则会有未被消耗的HCDS气体绕进第一分区,使第一分区中的HCDS气体的浓度升高的情况。因此,如果考虑到这样的HCDS气体的绕进,还可以向第一分区供给作为稀释气体的少量的N_2气体。例如,从Rt供给的N_2气体的供给流量可以设为0.2slm。

[0169] 根据本实施方式,即使是如图6所示的晶圆200的排列,也能得到与第一实施方式同样的效果。

[0170] <第三实施方式>

[0171] 接下来,对于以与第一实施方式不同的如图7所示的排列来装填晶圆200并进行处理的例子,作为第三实施方式来进行说明。

[0172] 本实施方式中,将10片小表面积晶圆200b装填在第二分区的中央部。此外,将大表面积晶圆200a分别装填在整个的第一分区和第三分区以及第二分区中未排列小表面积晶圆200b的区域,合计装填110片。

[0173] 即,本实施方式中,将排列有小表面积晶圆200b的第二分区作为第二供给区域,将仅排列有大表面积晶圆200a的第一分区和第三分区作为第一供给区域。而且,在步骤A中,进行流量控制,使得从喷嘴249d(Rc)供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第二供给区域流量)比从喷嘴249c(Rt)、249e(Rb)供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第一供给区域流量)大。

[0174] 例如,分别控制从Rt~Rb供给的N_2气体的流量,使得第二供给区域(第二分区)中的HCDS气体的浓度(分压)与第一供给区域(第一分区和第三分区)中的该气体的浓度(分压)接近,更希望实质性相同。作为步骤A中的从Rt~Rb供给的N_2气体的流量(每一喷嘴的N_2气体的总流量)的一例,设为Rt:0slm,Rc:1.0slm,Rb:0slm。此外,与第一实施方式的情形相同,并非不实施从Rt、Rb的N_2气体的供给,也可以从Rt、Rb供给少量的N_2气体。例如,从Rt、Rb供给的N_2气体的供给流量(第一供给区域流量)可以分别设为0.1slm。

[0175] 本实施方式的情况下,在第一分区的上方和第三分区的下方存在未配置大表面积晶圆200a的区域。如果HCDS气体流入这样的区域,则会有未消耗的HCDS气体绕进第一分区和第三分区,使第一分区和第三分区中的HCDS气体的浓度上升的情况。因此,如果考虑这样的HCDS气体的绕进,还可以向第一分区和第三分区供给作为稀释气体的少量N_2气体。例如,从Rt、Rb供给的N_2气体的供给流量可以分别设为0.2slm。

[0176] 根据本实施方式,即使是如图7所示的晶圆200的排列,也能得到与第一实施方式同样的效果。

[0177] <第四实施方式>

[0178] 接下来,对于以与第一实施方式不同的如图8所示的排列来装填晶圆200并进行处理的例子,作为第四实施方式来进行说明。

[0179] 本实施方式中,如图8所示,将晶圆排列区域从上部侧向着下部侧分为第一~第四分区。而且,在第一分区、第二分区和第四分区中分别装填10片小表面积晶圆200b。此外,将大表面积晶圆200a分别装填在整个第三分区以及第一分区、第二分区和第四分区中的未排列小表面积晶圆200b的区域,合计装填90片。即,本实施方式中,将排列有小表面积晶圆200b的第一分区、第二分区和第四分区作为第二供给区域,将仅排列有大表面积晶圆200a的第三分区作为第一供给区域。

[0180] 此外,本实施方式中所使用的基板处理装置如图10所示,具有喷嘴249f~249i,替代在第一~第三实施方式中所使用的基板处理装置的喷嘴249c~249e。在喷嘴249f~249i的侧面,分别设置有作为第六~第九气体供给口的气体喷出口250f~250i。

[0181] 喷嘴249f的气体喷出口250f仅在喷嘴249f的一部分设置多个,以对应于晶圆排列

区域中的第一分区。喷嘴249f(即,Rt′)构成为能够向着第一分区供给气体,而且不实施向着此外的分区(即,第二～第四分区)的气体的供给。

[0182] 喷嘴249g的气体喷出口250g仅在喷嘴249g的一部分设置多个,以对应于晶圆排列区域中的第二分区。喷嘴249g(即,Rc′)构成为能够向着第二分区供给气体,而且不实施向着此外的分区(即,第一、第三、第四分区)的气体的供给。

[0183] 喷嘴249h的气体喷出口250h仅在喷嘴249h的一部分设置多个,以对应于晶圆排列区域中的第三分区。喷嘴249h(即,Rc″)构成为能够向着第三分区供给气体,而且不实施向着此外的分区(即,第一、第二、第四分区)的气体的供给。

[0184] 喷嘴249i的气体喷出口250i仅在喷嘴249i的一部分设置多个,以对应于晶圆排列区域中的第四分区。喷嘴249i(即,Rb′)构成为能够向着第四分区供给气体,而且不实施向着此外的分区(即,第一～第三分区)的气体的供给。

[0185] 需说明的是,与气体喷出口250c～250e同样地,气体喷出口250f～250i分别向着处理室201的中心开口,构成为能够向着晶圆200的中心供给气体,此外,分别具有相同的开口面积,进而以相同的开口间距设置。

[0186] 而且,在步骤A中,进行流量控制,使得从Rt′、Rc′、Rb′供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第二供给区域流量)比从Rc″供给的N_2气体在晶圆200的排列方向上的每单位长度的流量(第一供给区域流量)大。

[0187] 进而,分别控制从Rt′、Rc′、Rc″、Rb′供给的N_2气体的流量,使得第二供给区域(第一、第二、第四分区)中的HCDS气体的浓度(分压)与第一供给区域(第三分区)中的该气体的浓度(分压)接近,更希望实质性相同。作为步骤A中分别从Rt′、Rc′、Rc″、Rb′供给的N_2气体的流量(每一喷嘴的N_2气体的总流量)的一例,设为Rt′:0.8slm,Rc′:0.7slm,Rc″:0.1slm,Rb′:0.8slm。此外,与第一实施方式的情形同样,并非不实施来自Rc″的N_2气体的供给,也可以从Rc″供给少量的N_2气体。例如,从Rc″供给的N_2气体的供给流量(第一供给区域流量)可以设为0.1slm。

[0188] 根据本实施方式,即使是如图8所示的晶圆200的排列,也能够得到与第一实施方式同样的效果。

[0189] ＜其他实施方式＞

[0190] 以上具体说明了本公开的实施方式。但本公开不限于上述实施方式,在不脱离其宗旨的范围内可进行多种变更。

[0191] 例如,作为反应体,还可以使用O_2气体、O_3气体等含O气体、H_2气体等含H气体等,按照如下所示的成膜流程在基板上形成氧化硅膜(SiO膜)。这种情况下也能得到与上述实施方式同样的效果。供给这些反应体时的处理过程、处理条件,例如,可以与上述实施方式中供给反应体时的处理过程、处理条件相同。

[0192] $(R1:\ HCDS,\ Rt\sim Rb:\ N_2 \rightarrow R1:\ H_2,\ R2:\ O_2) \times n \Rightarrow SiO$

[0193] $(R1:\ HCDS,\ Rt\sim Rb:\ N_2 \rightarrow R1:\ H_2,\ R2:\ O_2,\ Rt\sim Rb:\ N_2) \times n \Rightarrow SiO$

[0194] 此外,例如,作为反应体,还可以使用NH_3气体等含N气体、丙烯(C_3H_6)气体等含碳(C)气体、三乙胺($(C_2H_5)_3N$,简称:TEA)气体等含有N和C的气体等,按照如下所示的成膜流程在基板上形成SiON膜、氧碳化硅膜(SiOC膜)、氧碳氮化硅膜(SiOCN膜)等。这种情况下也能

得到与上述实施方式同样的效果。供给这些反应体时的处理过程、处理条件，例如，可以与上述实施方式中供给反应体时的处理过程、处理条件相同。

[0195] （R1：HCDS，Rt~Rb：N_2→R2：NH_3→R2：O_2）×n⇒SiON

[0196] （R1：HCDS，Rt~Rb：N_2→R2：O_2→R2：TEA）×n⇒SiOC（N）

[0197] （R1：HCDS，Rt~Rb：N_2→R2：TEA→R2：O_2）×n⇒SiOC（N）

[0198] （R1：HCDS，Rt~Rb：N_2→R2：C_3H_6→R2：NH_3→R2：O_2）×n⇒SiOCN

[0199] （R1：HCDS，Rt~Rb：N_2→R2：C_3H_6→R2：O_2→R2：NH_3）×n⇒SiOCN

[0200] 此外，例如，作为原料，可以使用四氯化钛（$TiCl_4$）气体、三甲基铝（$Al(CH_3)_3$，简称：TMA）气体等，按照如下所示的成膜流程在基板上形成氮氧化钛膜（TiON膜）、氮氧化铝膜（AlON膜）等。这种情况下也能得到与上述实施方式同样的效果。供给这些原料、反应体时的处理过程、处理条件，例如，可以与上述实施方式中供给原料、反应体时的处理过程、处理条件相同。

[0201] （R1：$TiCl_4$，Rt~Rb：N_2→R2：O_2→R2：NH_3）×n⇒TiON

[0202] （R1：$TiCl_4$，Rt~Rb：N_2→R2：NH_3→R2：O_2）×n⇒TiON

[0203] （R1：TMA，Rt~Rb：N_2→R2：H_2O→R2：NH_3）×n⇒AlON

[0204] （R1：TMA，Rt~Rb：N_2→R2：NH_3→R2：H_2O）×n⇒AlON

[0205] 上述实施方式中，例示了将晶圆排列区域分割成3个或者4个分区，并使用具有与各个分区对应的气体喷出口的3个或者4个喷嘴来向各分区单独地供给稀释气体。但是，本公开不限于上述实施方式，例如，还可以将晶圆排列区域分割成5个以上的分区，使用具有与各个分区对应的气体喷出口的5个以上的喷嘴来向各分区单独地供给稀释气体。

[0206] 此外，上述实施方式中，例示了将晶圆排列区域分割成多个分区，使得在晶圆200的排列方向上的长度大致相等，并单独地控制向各分区的稀释气体的供给。但本公开不限于上述实施方式，能够将各分区的长度（各分区中所含的晶圆的片数）任意设定。例如，可以将晶圆排列区域的上部侧和下部侧的分区设定为比其他分区窄。

[0207] 此外，上述各种实施方式还可以适当组合来应用。这时的处理过程、处理条件可以与例如上述实施方式的处理过程、处理条件相同。

[0208] 实施例

[0209] 以下，对参考例、实施例进行说明。参考例和实施例中，使用如图1所示的基板处理装置，将向晶圆非同时依次供给HCDS气体、O_2气体和H_2气体的循环进行100次，从而在晶圆上形成SiO膜。此外，晶圆盒217中装填的晶圆200（大表面积晶圆200a和小表面积晶圆200b）的排列与第一实施方式中的排列（即，如图5所示的排列）相同。

[0210] 需说明的是，上述实施方式中的基板处理装置构成为由气体供给管232a供给HDCS气体，由气体供给管232b供给O_2气体，由气体供给管232f供给NH_3气体，但本参考例和本实施例中，使用的基板处理装置的构成为，替代气体供给管232a由气体供给管232b供给HDCS气体，替代气体供给管232b由气体供给管232a供给O_2气体，由气体供给管232f供给H_2气体。

[0211] （参考例）

[0212] 参考例中,在供给HCDS气体的步骤中,不实施上述实施方式中说明的由Rt～Rb的N_2气体的供给。此外,供给HCDS气体的步骤(步骤A′)和供给O_2气体和H_2气体的步骤(步骤B′)中的处理条件如下所示。

[0213] [步骤A′]

[0214] HCDS气体供给流量:0.1slm,

[0215] HCDS气体供给时间:4秒,

[0216] 处理压力:399Pa,

[0217] N_2气体供给流量(Rt、Rc和Rb分别):0slm。

[0218] [步骤B′]

[0219] O_2气体供给流量:3.5slm,

[0220] H_2气体供给流量:2.0slm,

[0221] O_2气体和H_2气体供给时间:6秒,

[0222] 处理压力:40Pa,

[0223] N_2气体供给流量(Rt、Rc、Rb分别):0slm。

[0224] (实施例)

[0225] 另一方面,在实施例中,在供给HCDS气体的步骤(步骤A′)和供给O_2气体和H_2气体的步骤(步骤B′)中,与上述第一实施方式同样地,实施由Rt和Rb的N_2气体的供给,不实施由Rc的N_2气体的供给。此外,步骤A′和步骤B′中的处理条件如下所示。

[0226] [步骤A′]

[0227] HCDS气体供给流量:0.1slm,

[0228] HCDS气体供给时间:4秒,

[0229] 处理压力:399Pa,

[0230] N_2气体供给流量(Rt、Rb分别):1.0slm,

[0231] N_2气体供给流量(Rc):0slm。

[0232] [步骤B′]

[0233] O_2气体供给流量:3.5slm,

[0234] H_2气体供给流量:2.0slm,

[0235] O_2气体和H_2气体供给时间:6秒,

[0236] 处理压力:40Pa,

[0237] N_2气体供给流量(Rt、Rc、Rb分别):0slm。

[0238] 图11是分别显示参考例和实施例中的、对于晶圆排列区域中大表面积晶圆200a的位置(晶圆盒217中的插槽序号)与在各位置排列的大表面积晶圆200a上所形成的SiO膜的膜厚的关系的测定结果的图。图11的横轴表示晶圆上形成的SiO膜的厚度(Å),纵轴表示晶圆排列区域中大表面积晶圆200a的位置。此外,纵轴的“120”表示晶圆排列区域的上端,“0”表示晶圆排列区域的下端。此外,用“□”标记标出的点表示参考例的测定结果,用“◆”标记标出的点表示实施例的测定结果。

[0239] 由图11可知,在参考例中,在排列有小表面积晶圆200b(即,包括第二基板区域)的第一分区和第三分区中的大表面积晶圆200a上所形成的SiO膜的厚度,比在没有排列小表面积晶圆200b(即不包括第二基板区域)的第二分区中的大表面积晶圆200a上所形成的SiO

膜的厚度大。即,可知在第二分区中的大表面积晶圆200a与第一分区和第三分区中的大表面积晶圆200a之间,其表面所形成的SiO膜的厚度产生了偏差。

[0240] 另一方面,由图11可知,在实施例中,在第一分区和第三分区中的大表面积晶圆200a上所形成的SiO膜的厚度接近于在第二分区中的大表面积晶圆200a上所形成的SiO膜的厚度。即,可知在第二分区中的大表面积晶圆200a与第一分区和第三分区中的大表面积晶圆200a之间,与在其表面形成的SiO膜的厚度相关的基板间均一性,相比于参考例的情况,得到了改善。

[0241] 在这样的实施例中,向包括第二基板区域的第一分区和第三分区单独地供给作为稀释气体的N_2气体,并且,不向不包括第二基板区域的第二分区供给该气体,从而能够将第一分区和第三分区中的HCDS气体的浓度调节为接近于第二分区中的HCDS气体的浓度。

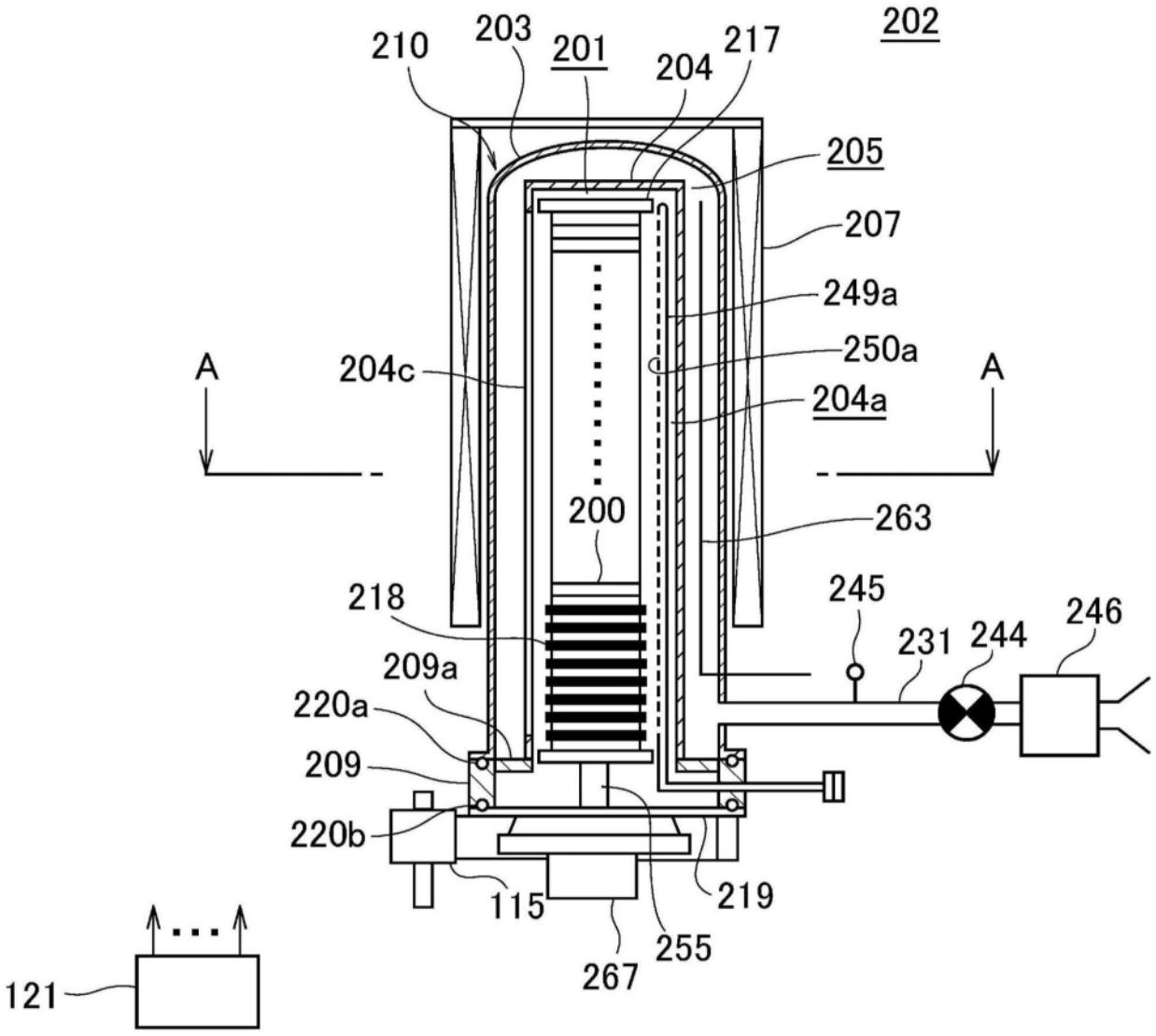

202
210
203
201
204
217
205
207
249a
250a
204a
A
204c
A
200
263
218
245
231
244
246
209a
220a
209
220b
115
219
255
267
121

图1

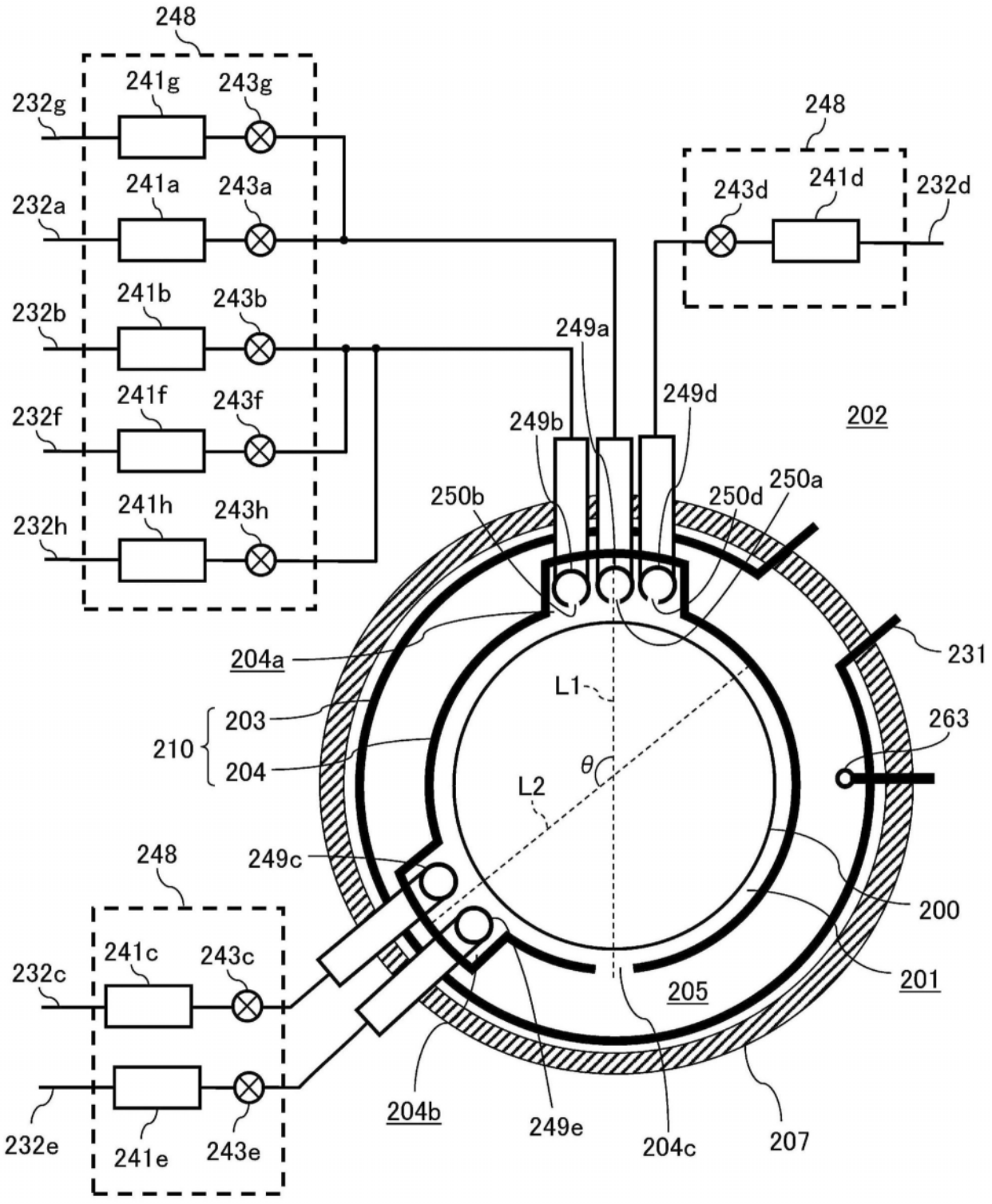

248
241g
243g
232g
241a
243a
232a
241b
243b
232b
241f
243f
232f
241h
243h
232h
248
243d
241d
232d
249a
249d
249b
202
250b
250d
250a
231
204a
L1
203
210
204
263
θ
L2
248
249c
200
241c
243c
232c
201
205
241e
243e
232e
204b
249e
204c
207

图2

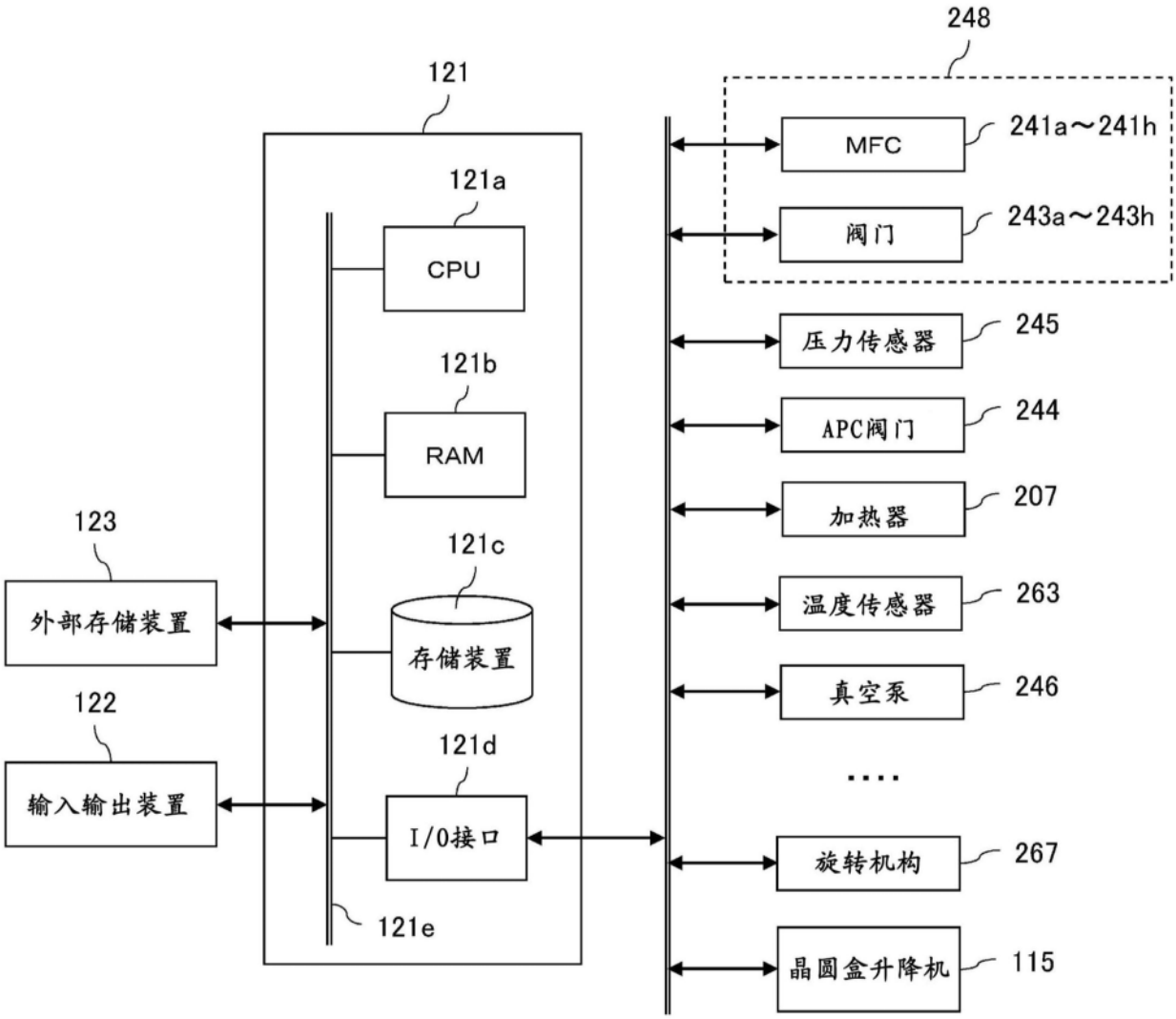

248
121
MFC
241a～241h
121a
阀门
243a～243h
CPU
压力传感器
245
121b
APC阀门
244
RAM
加热器
207
123
121c
温度传感器
263
外部存储装置
存储装置
真空泵
246
122
121d
....
输入输出装置
I/O接口
旋转机构
267
121e
晶圆盒升降机
115

图3

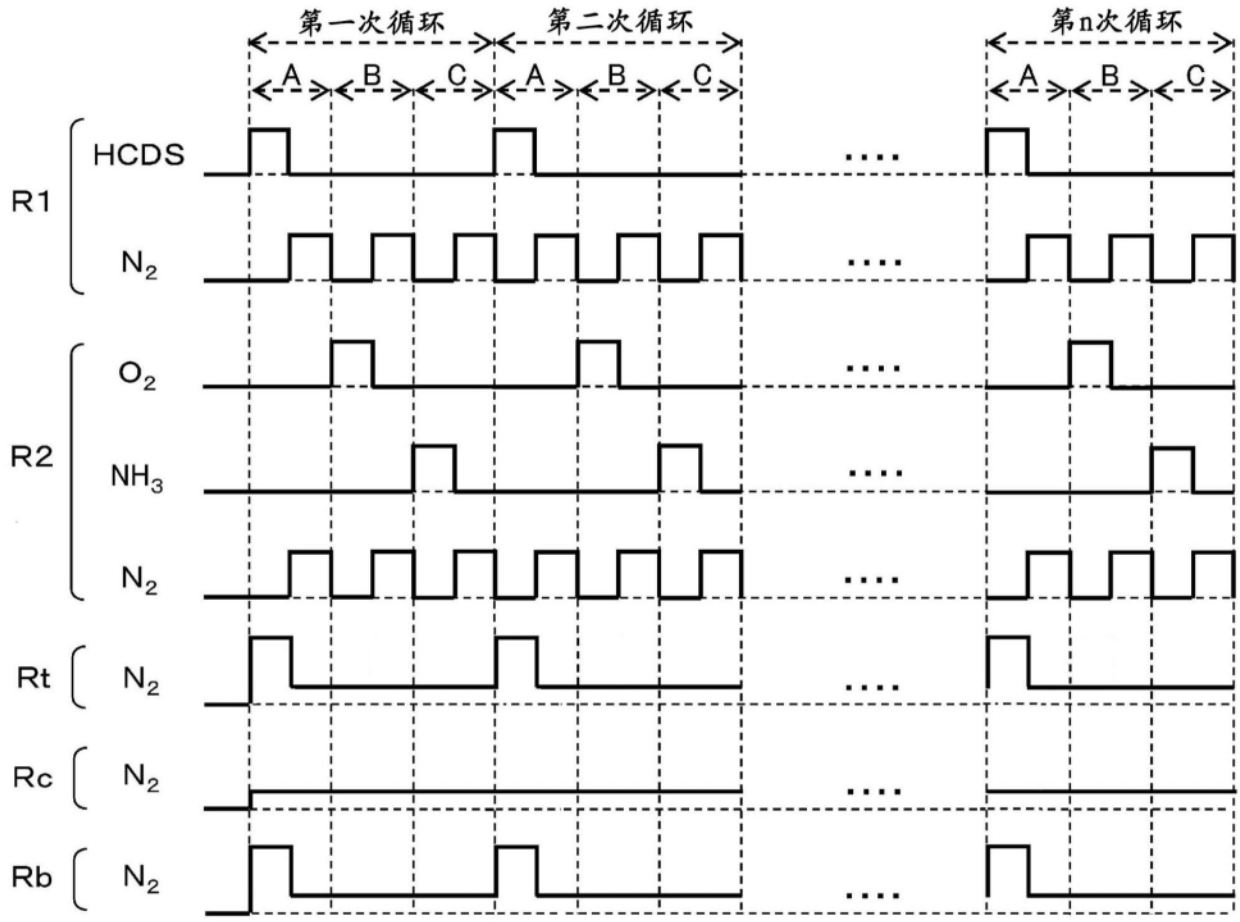


图4

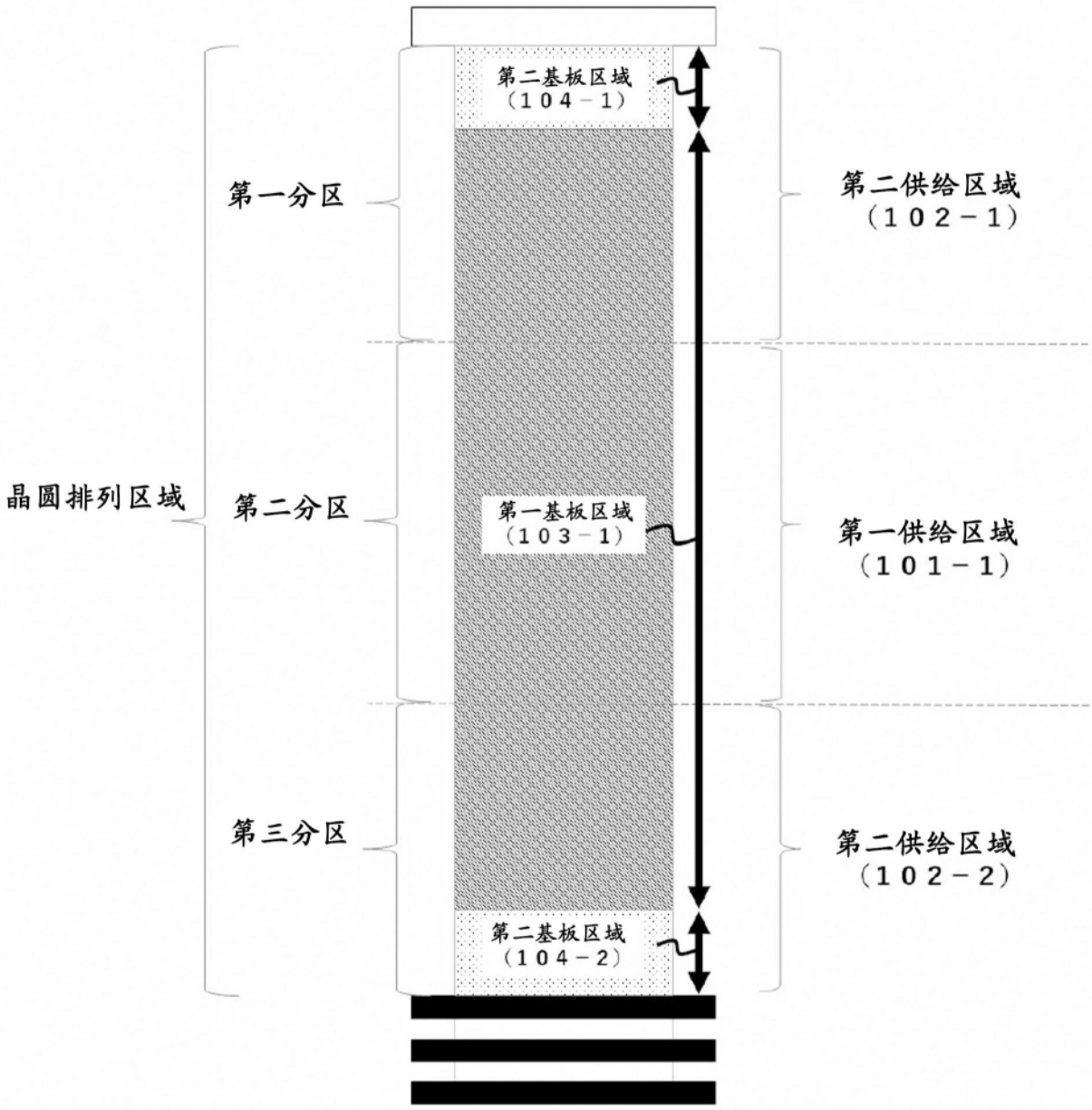

第二基板区域
（104－1）
第一分区
第二供给区域
（102－1）
晶圆排列区域
第二分区
第一基板区域
（103－1）
第一供给区域
（101－1）
第三分区
第二供给区域
（102－2）
第二基板区域
（104－2）

图5

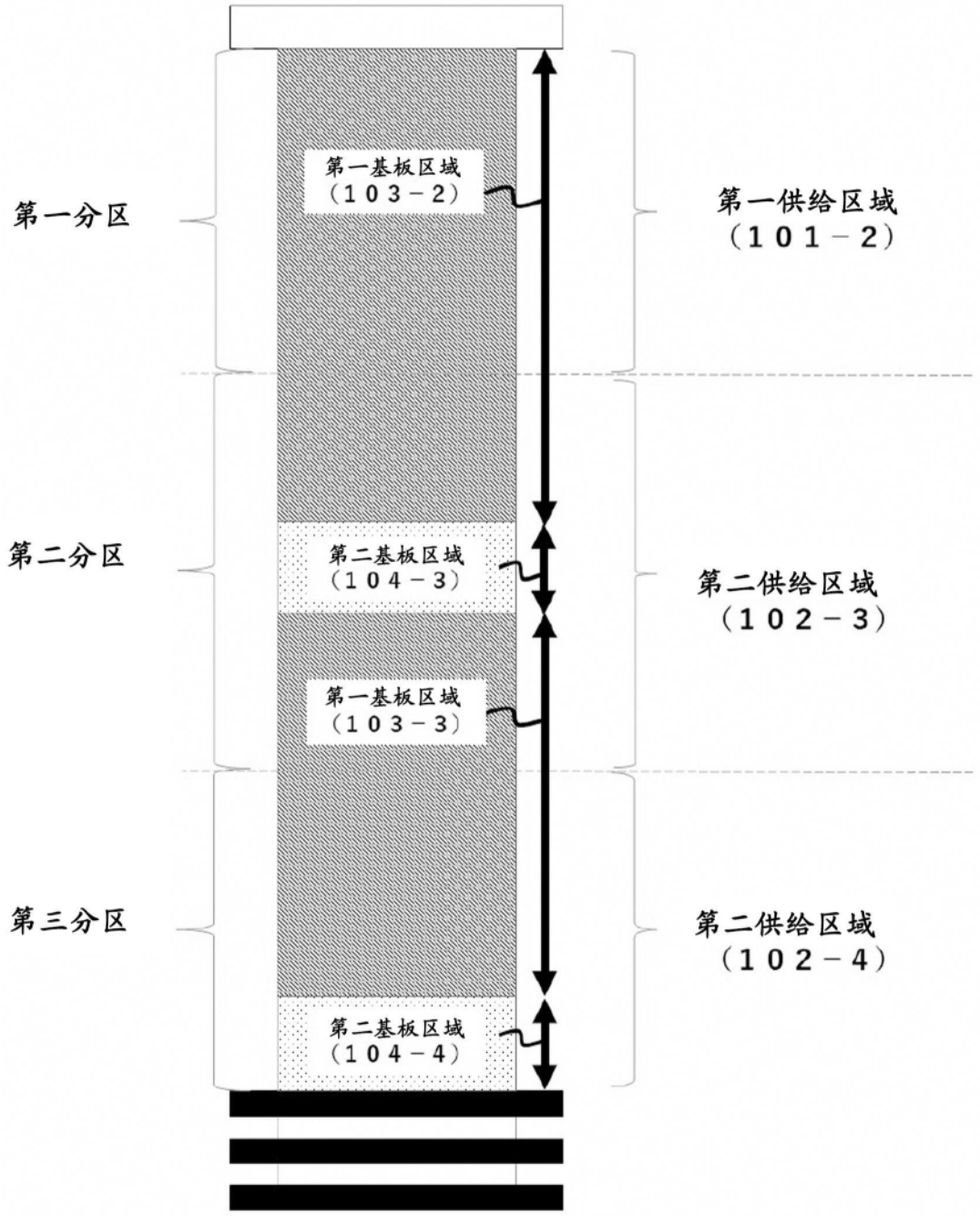

第一分区
第二分区
第三分区
第一基板区域
（103－2）
第二基板区域
（104－3）
第一基板区域
（103－3）
第二基板区域
（104－4）
第一供给区域
（101－2）
第二供给区域
（102－3）
第二供给区域
（102－4）

图6

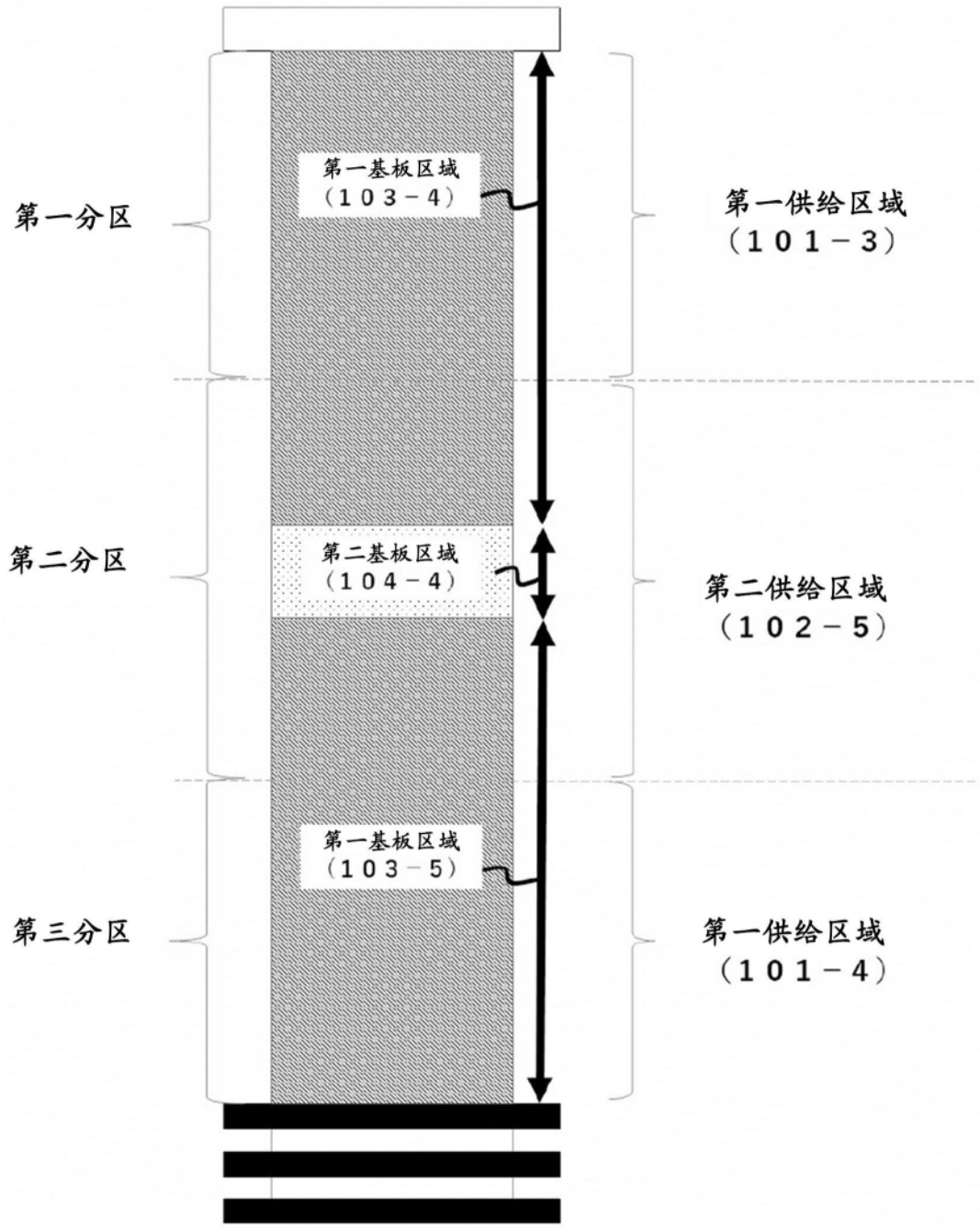

第一分区
第二分区
第三分区
第一基板区域
（103-4）
第二基板区域
（104-4）
第一基板区域
（103-5）
第一供给区域
（101-3）
第二供给区域
（102-5）
第一供给区域
（101-4）

图7

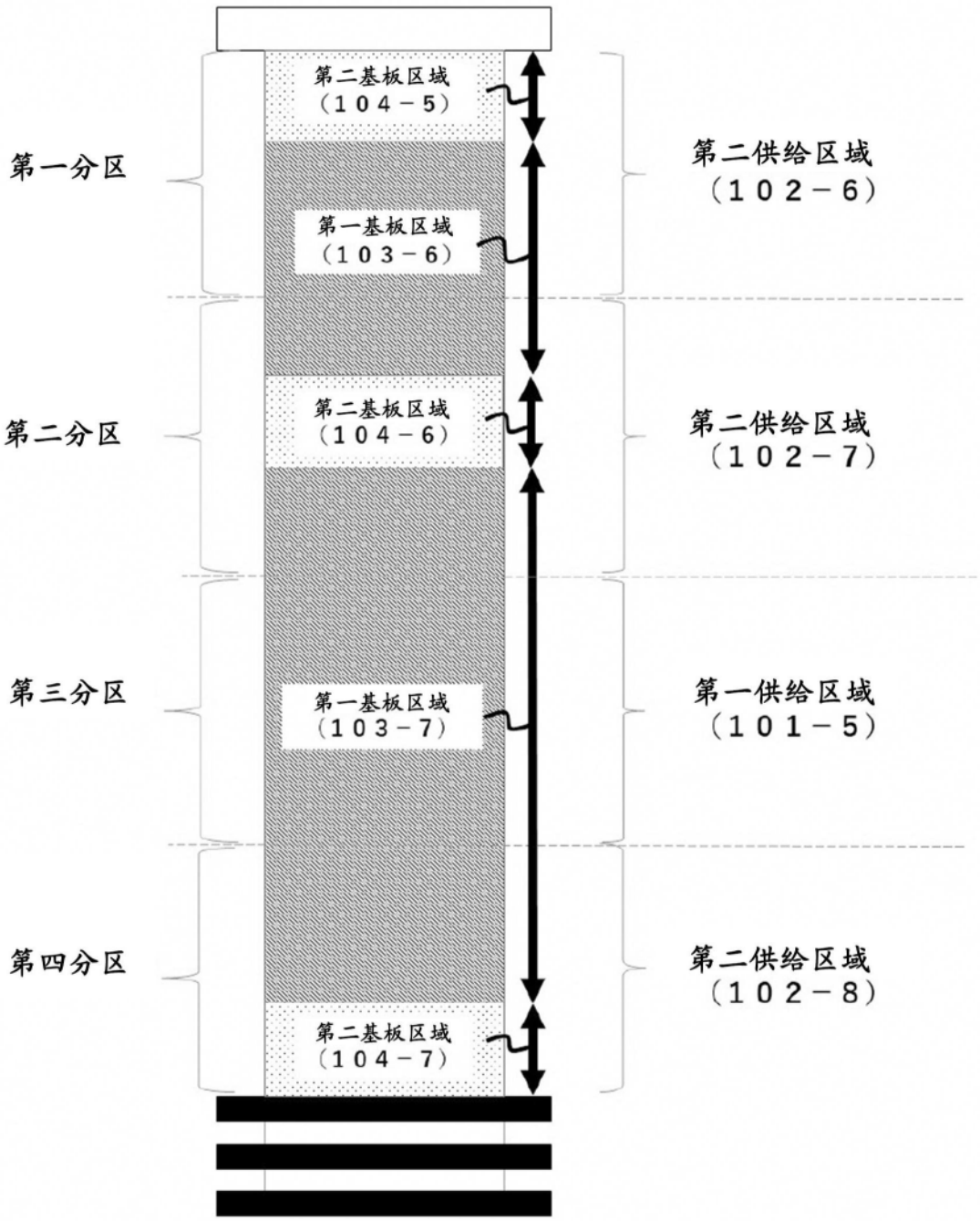

第二基板区域
（104－5）
第一分区
第二供给区域
（102－6）
第一基板区域
（103－6）
第二基板区域
（104－6）
第二分区
第二供给区域
（102－7）
第三分区
第一基板区域
（103－7）
第一供给区域
（101－5）
第四分区
第二供给区域
（102－8）
第二基板区域
（104－7）

图8

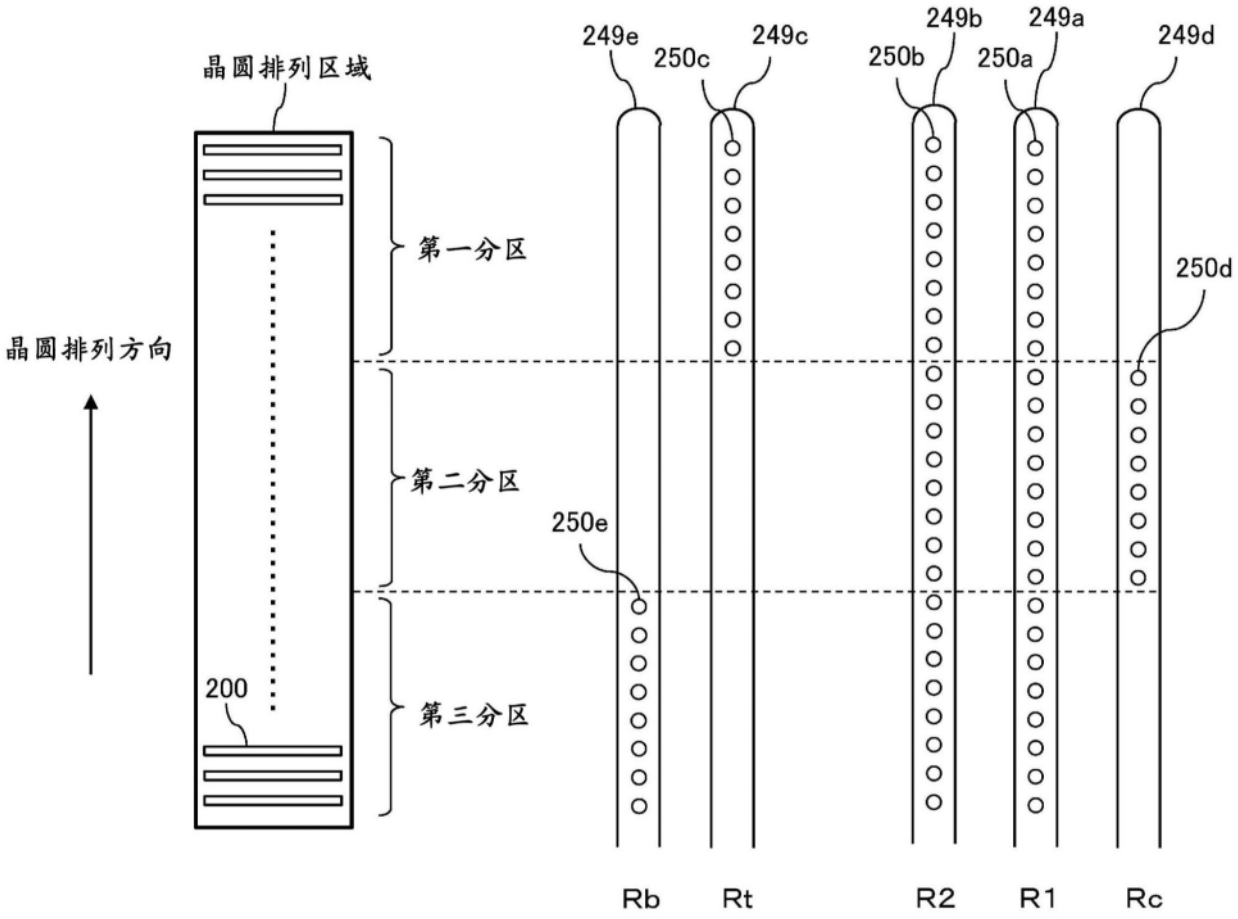

晶圆排列区域
晶圆排列方向
第一分区
第二分区
第三分区
200
249e
250c
249c
249b
250b
249a
250a
249d
250d
250e
Rb
Rt
R2
R1
Rc

图9

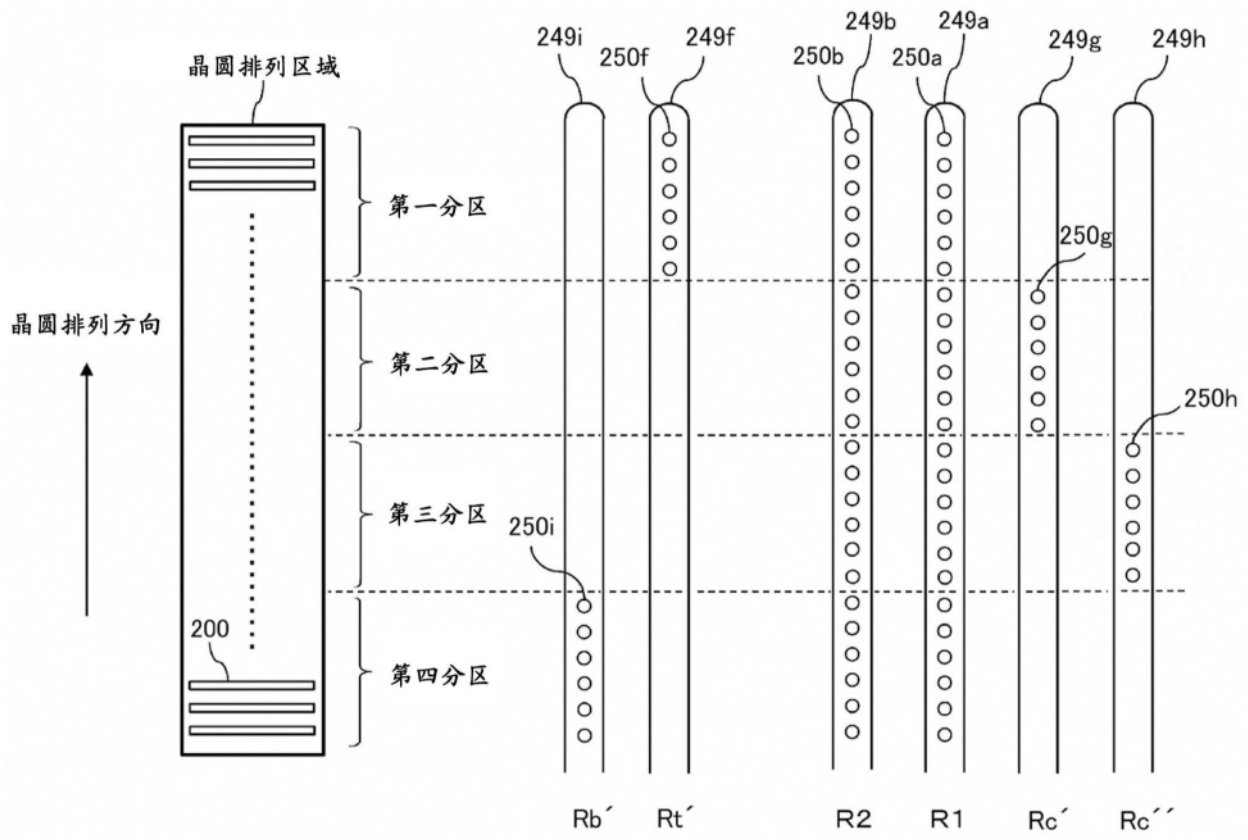

晶圆排列区域
晶圆排列方向
第一分区
第二分区
第三分区
第四分区
200
249i
250f
249f
250b
249b
250a
249a
249g
249h
250g
250h
250i
Rb´
Rt´
R2
R1
Rc´
Rc´´

图10

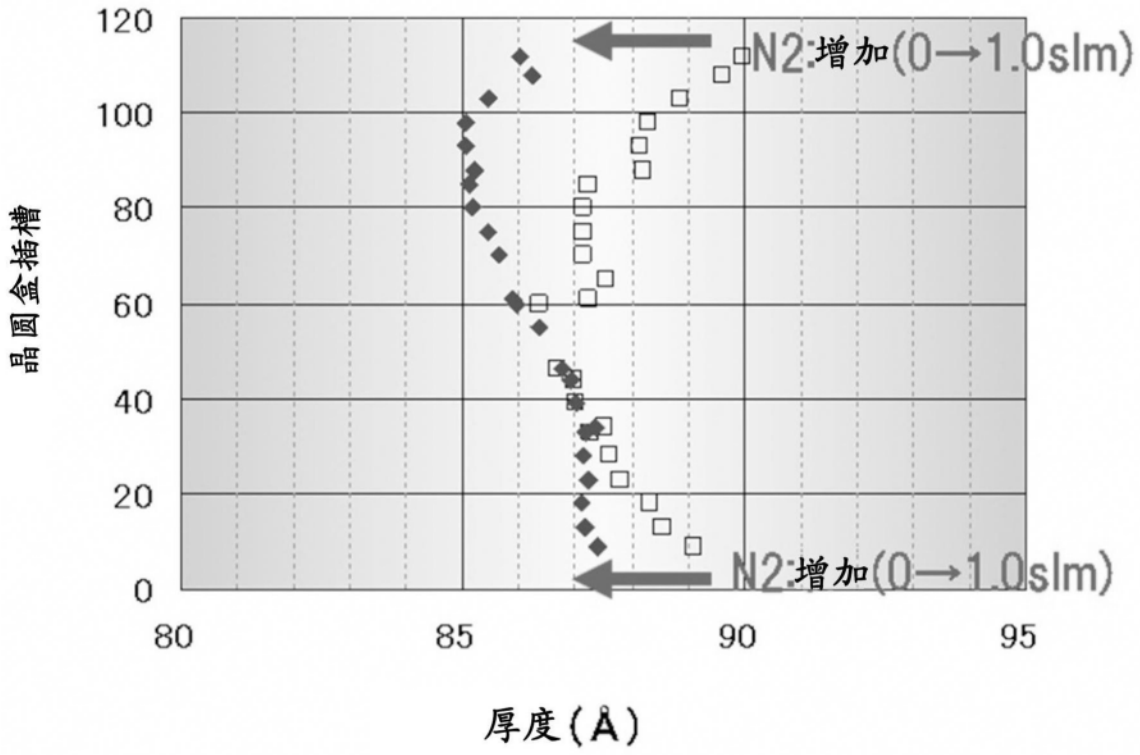

120
100
80
60
40
20
0
80
85
90
95
晶圆盒插槽
厚度(Å)
N2:增加(0→1.0slm)
N2:增加(0→1.0slm)

图11