



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107190248 B

(45)授权公告日 2019.08.30

(21)申请号 201710090562.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.02.20

C23C 16/44(2006.01)

H01L 21/67(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107190248 A

审查员 马婧

(43)申请公布日 2017.09.22

(30)优先权数据

2016-049531 2016.03.14 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 永户雅也 栗林幸永 龟田贤治

(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

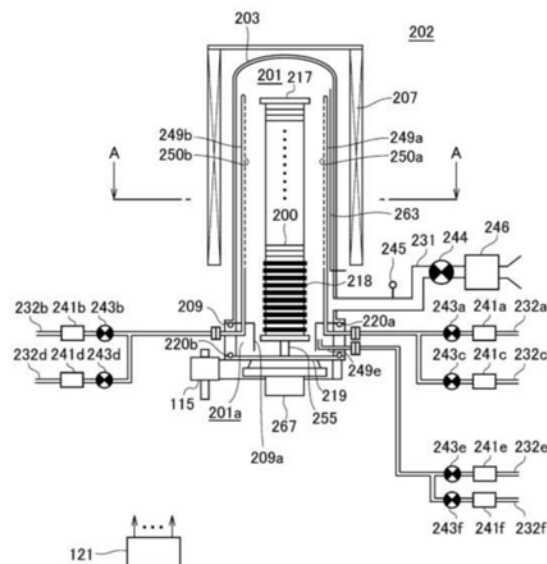
权利要求书2页 说明书19页 附图7页

(54)发明名称

清洁方法、半导体器件的制造方法、衬底处理装置及介质

(57)摘要

本发明涉及清洁方法、半导体器件的制造方法、衬底处理装置及记录介质。提高进行了形成膜的处理后的处理室内的清洁效率。对进行了在衬底上形成膜的处理后的处理室内进行清洁的方法,包括:向加热至第一温度的处理室内供给包含氢和氟的气体的工序;使处理室内的温度升温至比第一温度高的第二温度的工序;和向加热至第二温度的处理室内供给包含氟的气体的工序,其中,第一温度设为包含氟的气体不生活化的温度,第二温度设为包含氟的气体发生活化的温度。



1. 一种清洁方法, 其为对进行了在衬底上形成膜的处理后的处理室内进行清洁的方法, 包括:

向加热至第一温度的所述处理室内供给HF气体且不供给F₂气体的工序, 其中所述第一温度为30℃~100℃的范围内的温度;

使所述处理室内的温度升温至比所述第一温度高的第二温度的工序, 其中所述第二温度为250℃~450℃的范围内的温度; 和

向加热至所述第二温度的所述处理室内供给F₂气体的工序,

其中, 所述第一温度为所述F₂气体不生活化的温度, 所述第二温度为所述F₂气体发生活化的温度。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 在所述供给HF气体的工序中, 除去附着在炉口部的堆积物, 所述炉口部形成于在内部构成所述处理室的处理容器的下部,

在所述供给F₂气体的工序中, 除去附着于在进行所述在衬底上形成膜的处理时向所述处理室内供给处理气体的喷嘴内的堆积物, 并且除去附着在反应管的内壁的堆积物。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 在所述升温的工序中, 向所述处理室内供给F₂气体。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 在所述升温的工序中, 向所述处理室内供给醇。

5. 根据权利要求2所述的方法, 其中, 在所述供给F₂气体的工序中, 除去通过所述供给HF气体的工序而在所述炉口部产生的水分。

6. 根据权利要求2所述的方法, 其中, 在所述供给F₂气体的工序中, 自在进行所述在衬底上形成膜的处理时供给作为所述处理气体的原料气体的喷嘴, 向所述处理室内供给所述F₂气体。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其中, 在所述供给F₂气体的工序中, 自设置于所述炉口部的短颈喷嘴, 向所述处理室内供给所述F₂气体。

8. 根据权利要求6所述的方法, 其中, 在所述供给F₂气体的工序中, 自在进行所述在衬底上形成膜的处理时供给作为所述处理气体的原料气体的喷嘴, 向所述处理室内供给所述F₂气体。

9. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 在所述供给HF气体的工序中, 在将保持所述衬底的衬底支承件收纳在所述处理室内的状态下, 向所述处理室内供给所述HF气体, 在所述供给F₂气体的工序中, 在将所述衬底支承件搬出至所述处理室外的状态下, 向所述处理室内供给所述F₂气体。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其中, 所述衬底支承件由碳化硅形成。

11. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 在所述供给HF气体的工序中, 断续地向所述处理室内供给HF气体。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其中, 在所述供给F₂气体的工序中, 断续地向所述处理室内供给所述F₂气体。

13. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 使在所述供给HF气体的工序中的向所述处理室内供给所述HF气体的供给流量, 或在所述供给F₂气体的工序中的向所述处理室内供给所述F₂气体的供给流量之中的至少一者连续变动。

14. 根据权利要求13所述的方法, 其中, 使供给所述HF气体及供给所述F₂气体两者的供

给流量连续变动。

15. 一种半导体器件的制造方法, 具有:

在处理室内进行在衬底上形成膜的处理的工序;

对进行了形成所述膜的工序后的所述处理室内进行清洁的工序,

在对所述处理室内进行清洁的工序中, 具有下述工序:

向加热至第一温度的所述处理室内供给HF气体且不供给F₂气体的工序, 其中所述第一温度为30℃~100℃的范围内的温度,

使所述处理室内的温度升温至比所述第一温度高的第二温度的工序, 其中所述第二温度为250℃~450℃的范围内的温度, 和

向加热至所述第二温度的所述处理室内供给F₂气体的工序,

其中, 所述第一温度为所述F₂气体不生活化的温度, 所述第二温度为所述F₂气体发生活化的温度。

16. 一种衬底处理装置, 具有

处理室, 进行在衬底上形成膜的处理;

加热部, 加热所述处理室内;

HF气体供给系统, 向所述处理室内供给HF气体; 和

F₂气体供给系统, 向所述处理室内供给F₂气体,

并且具有控制部, 所述控制部构成为以下述方式控制所述加热部、所述HF气体供给系统及所述F₂气体供给系统, 从而进行下述处理:

当对进行了所述在衬底上形成膜的处理后的所述处理室内进行清洁时, 向加热至第一温度的所述处理室内供给HF气体且不供给F₂气体的处理, 其中所述第一温度为30℃~100℃的范围内的温度,

使所述处理室内的温度升温至比所述第一温度高的第二温度的处理, 其中所述第二温度为250℃~450℃的范围内的温度, 和

向加热至所述第二温度的所述处理室内供给F₂气体的处理,

且所述第一温度为所述F₂气体不生活化的温度, 所述第二温度为所述F₂气体发生活化的温度。

17. 一种计算机可读的记录介质, 其存储有下述程序, 所述程序通过计算机从而在衬底处理装置中执行下述步骤,

所述步骤为对进行了在衬底上形成膜的处理后的处理室内进行清洁的步骤, 并且是下述步骤:

向加热至第一温度的所述处理室内供给HF气体且不供给F₂气体的步骤, 其中所述第一温度为30℃~100℃的范围内的温度,

使所述处理室内的温度升温至比所述第一温度高的第二温度的步骤, 其中所述第二温度为250℃~450℃的范围内的温度, 和

向加热至所述第二温度的所述处理室内供给F₂气体的步骤,

所述第一温度为所述F₂气体不生活化的温度, 所述第二温度为所述F₂气体发生活化的温度。

清洁方法、半导体器件的制造方法、衬底处理装置及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及清洁方法、半导体器件的制造方法、衬底处理装置及记录介质。

背景技术

[0002] 作为半导体器件 (Device) 的制造工序的一个工序,有时进行在收纳于处理室内的衬底上形成膜的处理。若进行成膜处理,则堆积物附着于处理室内。因此,有时进行下述清洁处理:向进行了成膜处理后的处理室内供给清洁气体,除去附着于处理室内的堆积物。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] [专利文献1]日本特开2015-26660号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 本发明的目的在于,提供一种能够提高进行形成膜的处理后的处理室内的清洁效率的技术。

[0008] 用于解决问题的手段

[0009] 根据本发明的一个方式,提供一种技术,其作为一种对进行了在衬底上形成膜的处理后的处理室内进行清洁的方法,包括:向加热至第一温度的所述处理室内供给包含氢和氟的气体的工序;使所述处理室内的温度升温至比所述第一温度高的第二温度的工序;向加热至所述第二温度的所述处理室内供给包含氟的气体的工序,其中,所述第一温度设为所述包含氟的气体不生活化的温度,所述第二温度设为所述包含氟的气体发生活化的温度。

[0010] 发明效果

[0011] 通过本发明,能够提高进行形成膜的处理后的处理室内的清洁效率。

附图说明

[0012] [图1]是在本发明的实施方式中适合使用的衬底处理装置的立式处理炉的概略构成图,是以纵剖视图表示处理炉部分的图。

[0013] [图2]是在本发明的实施方式中适合使用的衬底处理装置的立式处理炉的一部分的概略构成图,是以图1的A-A线剖视图表示处理炉的一部分的图。

[0014] [图3]是本发明的实施方式中适合使用的衬底处理装置的控制器的构成图,是将控制器的控制系统以框图表示的图。

[0015] [图4]为示出本发明的一种实施方式的成膜处理中的气体供给的定时 (timing) 的图。

[0016] [图5]为示出本发明的一种实施方式的清洁处理中的气体供给的定时的图。

[0017] [图6] (a) 为示出本发明的一种实施方式的清洁处理中的气体供给的定时的变形

例1的图, (b) 为示出本发明的一种实施方式的清洁处理中的气体供给的定时的变形例2的图, (c) 为示出本发明的一种实施方式的清洁处理中的气体供给的定时的变形例3的图, (d) 为示出本发明的一种实施方式的清洁处理中的气体供给的定时的变形例4的图。

[0018] [图7] (a) 为示出在实施例中, 直至处理室内的清洁及吹扫完成的过程的图, (b) 为示出在比较例中, 直至处理室内的清洁及吹扫完成的过程的图。

[0019] [图8] (a) 是本发明的其他实施方式中适合使用的衬底处理装置的处理炉的概略构成图, 是以纵剖视图表示处理炉部分的图, (b) 是本发明的其他实施方式中合适地使用的衬底处理装置的处理炉的概略构成图, 是以纵剖视图表示处理炉部分的图。

[0020] 附图标记说明

[0021] 200 晶片(衬底)

[0022] 201 处理室

[0023] 203 反应管

[0024] 206 加热器

[0025] 209 集流管

[0026] 232a~232f 气体供给管

[0027] 249a、249b、249e 喷嘴

[0028] 121 控制器

具体实施方式

[0029] <本发明的一种实施方式>

[0030] 以下, 使用图1~图3说明本发明的一种实施方式。

[0031] (1) 衬底处理装置的构成

[0032] 如图1所示, 处理炉202具有作为加热部件(加热机构)的加热器207。加热器207为圆筒状, 通过保持板支承而垂直地安装。加热器207也作为通过热使气体活化(激发)的活化机构(激发部)发挥功能。

[0033] 在加热器207的内侧与加热器207呈同心圆状地配设有反应管203。反应管203例如由石英(SiO_2)或碳化硅(SiC)等耐热性材料构成, 形成为上端封闭且下端开口的圆筒状。在反应管203的下方, 与反应管203呈同心圆状地配设有集流管209。集流管209例如由不锈钢(SUS)等金属构成, 并形成为上端和下端开口的圆筒状。集流管209的上端部构成为与反应管203的下端部卡合, 并支承反应管203。在集流管209和反应管203之间设置有作为密封部件的O形环220a。反应管203与加热器207同样地垂直安装。主要由反应管203和集流管209构成处理容器(反应容器)。在处理容器的筒中空部中形成有处理室201。需要说明的是, 处理室201也包括处理容器的内壁。处理室201构成为能够收纳多片作为衬底的晶片200。在集流管209的内周设置有盖板209a。盖板209a例如由石英、 SiC 等构成, 并且以沿着集流管209的内壁从而覆盖集流管209的内壁的方式设置。

[0034] 在处理室201内, 以贯通集流管209的方式设置有喷嘴249a、249b、249e。喷嘴249a、249b、249e例如由石英或 SiC 等耐热性材料构成。在喷嘴249a、249b、249e上分别连接有气体供给管232a、232b、232e。

[0035] 在气体供给管232a、232b、232e上, 从上游方向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、241b、241e及作为开关阀的阀243a、243b、243e。在比气体供给管232a、232b、232e的阀243a、243b、243e更靠下游侧,分别连接有供给非活性气体的气体供给管232c、232d、232f。在气体供给管232c、232d、232f上,从上游方向依次分别设置有MFC241c、241d、241f及阀243c、243d、243f。

[0036] 如图2所示,喷嘴249a、249b分别设置为:在反应管203的内壁与晶片200之间的圆环状空间中,沿着反应管203的内壁的下部至上部,朝向晶片200的排列方向上方立起。即,喷嘴249a、249b分别设置为在排列有晶片200的晶片排列区域侧方的、水平地包围晶片排列区域的区域内沿着晶片排列区域。在喷嘴249a、249b的侧面分别设置有供给气体的气体供给孔250a、250b。气体供给孔250a、250b分别以朝向反应管203的中心的方式开口,并能够朝向晶片200供给气体。气体供给孔250a、250b在从反应管203的下部到上部的范围内设置多个。

[0037] 如图1所示,喷嘴249e构成为向集流管209的内壁与盖板209a之间的圆环状空间(以下,也称为吹扫空间)201a内喷出气体。喷嘴249e的前端部以气体供给孔朝向上方开口的方式设置。上述气体供给孔也可以设置于喷嘴249e的前端部的侧面,这种情况下,上述气体供给孔成为朝向水平方向开口。

[0038] 作为处理气体(原料气体),例如包含作为规定元素(主元素)的硅(Si)和卤素的气体,即卤代硅烷原料气体从气体供给管232a经由MFC241a、阀243a、喷嘴249a向处理室201内供给。喷嘴249a是短颈喷嘴。

[0039] 所谓原料气体,是指气态的原料,例如通过将常温常压下为液态的原料气化从而得到的气体、常温常压下为气态的原料等。所谓卤代硅烷原料,是具有卤素基的原料。在卤素基中包含氯基、氟基、溴基、碘基等。即,在卤素基中包含氯(Cl)、氟(F)、溴(Br)、碘(I)等卤素。

[0040] 作为原料气体,例如能够使用包含Si和Cl的卤代硅烷原料气体,即氯硅烷原料气体。作为氯硅烷原料气体,例如能够使用六氯乙硅烷(Si_2Cl_6 ,简称:HCDS)气体。

[0041] 作为处理气体(反应气体),例如包含氧(O)的气体从气体供给管232b经由MFC241b、阀243b、喷嘴249b向处理室201内供给。含O气体在后述的成膜处理中,作为氧化气体,即O源而发挥作用。作为氧化气体,例如能够使用氧(O_2)气体。

[0042] 作为处理气体(反应气体),例如包含氢(H)的气体从气体供给管232a经由MFC241a、阀243a、喷嘴249a向处理室201内供给。含H气体其自身得不到氧化作用,但在后述的成膜处理中,通过在特定的条件下与含O气体反应,生成原子状氧(atomic oxygen, O)等氧化种,从而提高氧化处理的效率,含H气体以此方式发挥作用。因此,可将含H气体与含O气体同样地视为包括于氧化气体中。作为含H气体,例如,能够使用氢(H_2)气体。

[0043] 此外,作为第一清洁气体,例如,包含H和氟(F)的气体(含H的氟系气体)从气体供给管232a、232b分别经由MFC241a、241b、阀243a、243b、喷嘴249a、249b向处理室201内供给。作为第一清洁气体,例如包含H和F的气体从气体供给管232e经由MFC241e、阀243e、喷嘴249e向比盖板209a更靠内侧的吹扫空间201a内供给。作为包含H和F的气体,例如能够使用氟化氢(HF)气体。

[0044] 此外,作为第二清洁气体,例如含F气体从气体供给管232a、232b分别经由MFC241a、241b、阀243a、243b、喷嘴249a、249b向处理室201内供给。作为第二清洁气体,例如

含F气体从气体供给管232e经由MFC241e、阀243e、喷嘴249e向吹扫空间201a内供给。作为含F气体,例如能够使用氟(F₂)气体。

[0045] 作为非活性气体,例如,氮(N₂)气体从气体供给管232c、232d、232f分别经由MFC241c、241d、241f、阀243c、243d、243f、气体供给管232a、232b、232e、喷嘴249a、249b、249e向处理室201内供给。

[0046] 主要由气体供给管232a、MFC241a、阀243a构成供给原料气体的原料气体供给系统。另外,主要由气体供给管232b、MFC241b、阀243b构成氧化气体供给系统。另外,主要由气体供给管232a、MFC241a、阀243a构成含H气体供给系统。能够将含H气体供给系统视为包含于上述氧化气体供给系统。另外,主要由气体供给管232a、232b、232e、MFC241a、241b、241e、阀243a、243b、243e构成含H和F气体供给系统。另外,主要由气体供给管232a、232b、232e、MFC241a、241b、241e、阀243a、243b、243e构成含F气体供给系统。另外,主要由气体供给管232c、232d、232f、MFC241c、241d、241f、阀243c、243d、243f构成非活性气体供给系统。

[0047] 在上述各种供给系统之中,某一种或所有的供给系统也可以构成为将阀243a~243f、MFC241a~241f等集成从而形成的集成型气体供给系统248。集成型气体供给系统248构成为分别相对于气体供给管232a~232f的各自进行连接,向气体供给管232a~232f内的各种气体的供给动作,即阀243a~243f的开闭动作、利用MFC241a~241f进行的流量调节动作等通过后述的控制器121而被控制。集成型气体供给系统248以一体型或分体式的集成单元的形式构成,并且构成为能够以集成单元单位相对于气体供给管232a~232f等进行拆卸,能够以集成单元单位进行气体供给系统的维护、更换、增设等。

[0048] 在反应管203上设有排出处理室201内的气氛的排气管231。在排气管231上经由作为检测处理室201内的压力的压力检测器(压力检测部)的压力传感器245及作为压力调节器(压力调节部)的APC(Auto Pressure Controller)阀244,连接有作为真空排气装置的真空泵246。另外,APC阀244构成为:通过在使真空泵246动作的状态下开闭阀,能够进行处理室201内的真空排气及真空排气停止,而且通过在使真空泵246动作的状态下基于由压力传感器245检测到的压力信息调节阀开度,能够调节处理室201内的压力。主要由排气管231、APC阀244、压力传感器245构成排气系统。也可以认为真空泵246包含于排气系统。

[0049] 在集流管209的下方设置有能够气密地封闭集流管209的下端开口的作为炉口盖体的密封盖219。密封盖219例如由SUS等金属构成,形成为圆盘状。在密封盖219的上表面上设置有与集流管209的下端抵接的作为密封部件的O形环220b。在密封盖219的下方,设置有使后述的晶舟217旋转的旋转机构267。旋转机构267的旋转轴255贯通密封盖219而与晶舟217连接。旋转机构267构成为通过使晶舟217旋转而使晶片200旋转。密封盖219构成为利用垂直地设置于反应管203的外部的作为升降机构的晶舟升降机115沿垂直方向升降。晶舟升降机115构成为通过使密封盖219升降,能够将晶舟217向处理室201内外搬入和搬出。晶舟升降机115构成为将晶舟217即晶片200向处理室201内外搬送的搬运装置(搬运机构)。另外,在利用晶舟升降机115而使密封盖219降下期间,在集流管209的下方设置作为能够将集流管209的下端开口气密地封闭的炉口盖体的闸门219s。闸门219s例如由SUS等金属构成,形成为圆盘状。在闸门219s的上表面,设置有作为与集流管209的下端抵接的密封构件的O形环220c。闸门219s的开闭动作(升降动作、旋转动作等)利用闸门开闭机构115s控制。

[0050] 作为衬底支承件的晶舟217构成为使多片例如25~200片晶片200以水平姿势且在

相互对准中心的状态下在垂直方向上整齐排列并支承为多层,即隔开间隔排列。晶舟217例如由石英或SiC等耐热性材料构成。在晶舟217的下部,例如由石英或SiC等耐热性材料构成的隔热板218以水平姿势多层地支承。通过该构成,来自加热器207的热难以传递到密封盖219一侧。也可以不设置隔热板218,而设置由石英或SiC等耐热性材料制成的、作为筒状部件构成的隔热筒。

[0051] 在反应管203内,设置有作为温度检测器的温度传感器263。通过基于由温度传感器263检测到的温度信息来调整向加热器207的通电情况,使处理室201内的温度成为所期望的温度分布。温度传感器263沿反应管203的内壁而设置。

[0052] 如图3所示,作为控制部(控制部件)的控制器121构成为包括CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)121a、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)121b、存储装置121c、I/O端口121d的计算机。RAM121b、存储装置121c、I/O端口121d构成为通过内部总线121e能与CPU121a进行数据交换。在控制器121上连接有构成为例如触摸面板等的输入输出装置122。

[0053] 存储装置121c由闪存、HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)等构成。在存储装置121c内,可读出地存储有控制衬底处理装置的工作的控制程序、记载了后述衬底处理的步骤、条件等的工艺制程、记载了后述的清洁处理的步骤、条件等的清洁制程等。工艺制程组合为使控制器121执行后述的成膜处理中的各步骤,能获得规定的结果,并作为程序发挥功能。另外,清洁制程组合为使控制器121执行后述的清洁处理中的各步骤,能获得规定的结果,并作为程序发挥功能。以下,将该工艺制程、清洁制程、控制程序等统称也简称为程序。另外,也将工艺制程、清洁制程等统称也简称为制程。在本说明书中使用程序这样的用于的情况下,有时仅单独包含制程,有时仅单独包含控制程序,或者有时包含工艺制程、清洁制程及控制程序中的任意组合。RAM121b构成为暂时保持由CPU121a读出的程序、数据等的存储区域(工作区域)。

[0054] I/O端口121d与上述MFC241a~241f、阀243a~243f、压力传感器245、APC阀244、真空泵246、加热器207、温度传感器263、旋转机构267、晶舟升降机115、闸门开闭机构115s等连接。

[0055] CPU121a构成为从存储装置121c读出并执行控制程序,并且根据来自输入输出装置122的操作命令的输入等从存储装置121c读出制程。CPU121a构成为:按照读出的制程的内容,控制利用MFC241a~241f进行的各种气体的流量调节动作、利用阀243a~243f进行的开闭动作、APC阀244的开闭动作和基于压力传感器245而利用APC阀244进行的压力调节动作、真空泵246的启动和停止、基于温度传感器263的加热器207的温度调节动作、利用旋转机构267的晶舟217的旋转和旋转速度调节动作、利用晶舟升降机115的晶舟217的升降动作、利用闸门开闭机构115s而进行的闸门219s的开闭动作等。

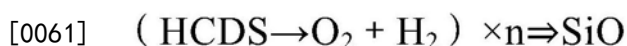
[0056] 可通过将存储在外部存储装置(例如,硬盘等磁盘;CD、DVD等光盘;MO等光磁盘;USB存储器等半导体存储器)123的上述程序安装在计算机中而构成。存储装置121c、外部存储装置123构成作为计算机可读的记录介质。以下,也将它们统称而仅称为记录介质。在本说明书中使用了记录介质这样的用于的情况下,有时仅单独包含存储装置121c,有时仅单独包含外部存储装置123,或者有时包含上述两者。需要说明的是,关于向计算机提供程序,也可不使用外部存储装置123,而使用网络、专用线路等的通信手段来进行。

[0057] (2) 成膜处理

[0058] 作为半导体器件的制造工序的一个工序,使用图4说明使用上述衬底处理装置在衬底上形成膜的顺序的例子。在以下的说明中,由控制器121控制构成衬底处理装置的各部的工作。

[0059] 在图4所示的成膜顺序中,通过将非同时地进行(即不同步地进行)下述步骤1和2的循环进行规定次数(n次以上),从而在晶片200上形成硅氧化膜(SiO_2 膜,以下也简称为 SiO 膜)作为含O膜,所述步骤1为对收纳在处理容器内(处理室201内)的晶片200供给HCDS气体作为原料气体的步骤,所述步骤2为向加热过的处于小于大气压下的处理容器内供给作为含O气体的 O_2 气体和作为含H气体的 H_2 气体的步骤。

[0060] 在本说明书中,方便起见,有时将上述成膜处理按以下方式表示。需要说明的是,在以下其他实施方式的说明中,也使用同样的表述。



[0062] 在本说明书中使用“晶片”这样的用于的情况下,有时指“晶片本身”,有时指“晶片和形成于其表面的规定的层、膜等的层叠体(集合体)”,即,有时包含形成于表面的规定的层、膜等而称为晶片。另外,在本说明书中使用“晶片的表面”这样的用于的情况下,有时指“晶片本身的表面(露出面)”,有时指“形成于晶片上的规定的层、膜等的表面、即作为层叠体的晶片的最外表面”。

[0063] 因此,在本说明书中记载为“对晶片供给规定的气体”的情况下,有时指“对晶片本身的表面直接供给规定的气体”,有时指“对形成于晶片上的层、膜等,即,对作为层叠体的晶片的最外表面供给规定的气体”。另外,在本说明书中记载为“在晶片上形成规定的层(或膜)”的情况下,有时指“在晶片本身的表面上直接形成规定的层(或膜)”,有时指“在形成于晶片上的层、膜等上,即,作为层叠体的晶片的最外表面上形成规定的层(或膜)”。

[0064] 另外,在本说明书中使用“衬底”这样的用于的情况与使用“晶片”这样的用于的含义相同。

[0065] (晶片装载及晶舟加载)

[0066] 当多片晶片200被装填(晶片装载)于晶舟217时,闸门219s利用闸门开闭机构115s而移动,集流管209的下端开口开放(闸门打开)。然后,如图1所示,支承多片晶片200的晶舟217通过晶舟升降机115而被抬起,搬入(晶舟加载)到处理室201内。在该状态下,成为密封盖219经由O型环220b而将集流管209的下端密封的状态。

[0067] (压力·温度调节步骤)

[0068] 通过真空泵246进行真空排气(减压排气),以使处理室201内、即晶片200所存在的空间成为所期望的压力(真空度)。此时,处理室201内的压力由压力传感器245测定,基于该测定出的压力信息反馈控制APC阀244。真空泵246至少在对晶片200的处理结束为止的期间维持始终工作的状态。此外,通过加热器207对处理室201内的晶片200进行加热,以使其成为所期望的温度。此时,基于温度传感器263所检测到的温度信息反馈控制向加热器207的通电情况,以使处理室201内成为所期望的温度分布。利用加热器207对处理室201内的加热至少在对晶片200的处理结束为止的期间持续进行。此外,开始利用旋转机构267而使晶舟217及晶片200旋转。通过旋转机构267进行的晶舟217及晶片200的旋转至少在对晶片200的处理结束为止的期间持续进行。

[0069] (成膜步骤)

[0070] 接着,依次执行以下步骤1、2。

[0071] [步骤1]

[0072] 在该步骤中,对处理室201内的晶片200供给HCDS气体。

[0073] 打开阀243a,向气体供给管232a内流入HCDS气体。HCDS气体利用MFC241a进行流量调节,经由喷嘴249a而被供给至处理室201内,从排气管231排气。此时,成为对晶片200供给HCDS气体。与此同时打开阀243c,向气体供给管232c内流入N₂气体。N₂气体利用MFC241c进行流量调节,经由气体供给管232a、喷嘴249a而被供给至处理室201内,从排气管231排气。另外,为了防止HCDS气体侵入喷嘴249b、249e内,打开阀243d、243f,向气体供给管232d、232f内流入N₂气体。N₂气体经由气体供给管232b、232e、喷嘴249b、249e、吹扫空间201a而被供给至处理室201内,从排气管231排气。

[0074] 此时,处理室201内的压力例如设为1~4000Pa、优选为67~2666Pa、更优选为133~1333Pa的范围内的压力。HCDS气体的供给流量例如设为1~2000sccm、优选为10~1000sccm的范围内的流量。经各气体供给管供给的N₂气体的供给流量例如分别设为100~10000sccm的范围内的流量。HCDS气体的供给时间例如设为1~120秒、优选为1~60秒的范围内的时间。加热器207的温度设定为使得晶片200的温度例如成为250~700℃、优选为300~650℃、更优选为350~600℃的范围内的温度的方式的温度。

[0075] 当晶片200的温度小于250℃时,难以在晶片200上化学吸附HCDS,有时无法获得实用的成膜速度。通过将晶片200的温度设为250℃以上,能够消除上述问题。通过将晶片200的温度设为300℃以上、甚至350℃以上,能够更充分地在晶片200上吸附HCDS,能够获得更充分的成膜速度。

[0076] 当晶片200的温度超过700℃时,由于产生过度的气相反应,从而膜厚均匀性容易变差,其控制变困难。通过将晶片200的温度设为700℃以下,由于能够产生适当的气相反应,能够抑制膜厚均匀性变差,能够进行该控制。特别是通过将晶片200的温度设为650℃以下,进一步地设为600℃以下,与气相反应相比表面反应占优势,容易确保膜厚均匀性,容易进行该控制。

[0077] 因而,最好使晶片200的温度为250~700℃,优选300~650℃,更优选350~600℃范围内的温度。

[0078] 通过在上述条件下对晶片200供给HCDS气体,在晶片200的最外表面上形成例如由小于1个原子层直至数个原子层(小于1分子层至数分子层)程度的厚度的、包含Cl的含Si层作为第一层(初期层)。包含Cl的含Si层既可以是包含Cl的Si层,也可以是HCDS的吸附层,也可以包含该两者。

[0079] 第一层形成后,关闭阀243a,停止HCDS气体的供给。此时,在APC阀244打开的状态下,利用真空泵246将处理室201内真空排气,将处理室201内残留的未反应或对第一层形成做出贡献后的HCDS气体从处理室201内排除。此时,在阀243c、243d、243f打开的状态下,维持N₂气体向处理室201内的供给。N₂气体作为吹扫气体而发挥作用。

[0080] 作为原料气体,除了HCDS气体之外,例如能够使用二氯甲硅烷(SiH₂Cl₂,简称:DCS)气体、一氯甲硅烷(SiH₃Cl,简称:MCS)气体、四氯硅烷(SiCl₄,简称:STC)气体、三氯甲硅烷(SiHCl₃,简称:TCS)气体、丙硅烷(Si₃H₈,简称:TS)气体、乙硅烷(Si₂H₆,简称:DS)气体、甲硅

烷(SiH_4 , 简称:MS) 气体等无机原料气体、四(二甲氨基)硅烷($\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$, 简称:4DMAS) 气体、三(二甲基氨基)硅烷($\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_3\text{H}$, 简称:3DMAS) 气体、双(二乙基氨基)硅烷($\text{Si}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_2\text{H}_2$, 简称:2DEAS) 气体、二叔丁基氨基硅烷($\text{SiH}_2[\text{NH}(\text{C}_4\text{H}_9)]_2$, 简称:BTBAS) 气体、二异丙基氨基硅烷($\text{SiH}_3\text{N}[\text{CH}(\text{CH}_3)_2]_2$, 简称:DIPAS) 气体等有机原料气体。

[0081] 作为非活性气体,除了 N_2 气体之外,例如能够使用Ar气体、He气体、Ne气体、Xe气体等稀有气体。

[0082] [步骤2]

[0083] 步骤1结束后,分别向处理室201内供给 O_2 气体和 H_2 气体,将上述气体在处理室201内混合从而使之反应。

[0084] 在该步骤中,按照与步骤1中的阀243a、243c、243d、243f的开闭控制同样的步骤,进行阀243b~243d、243f的开闭控制。 O_2 气体利用MFC241b进行流量调节,经由喷嘴249b而被供给至处理室201内。与此同时,打开阀243a,向气体供给管232a内流入 H_2 气体。 H_2 气体利用MFC241a进行流量调节,经由喷嘴249a而被供给至处理室201内。 O_2 气体与 H_2 气体在处理室201内首次混合反应,之后,从排气管231排气。

[0085] 此时,处理室201内的压力设为小于大气压,例如设为1~1333Pa范围内的压力。 O_2 气体的供给流量例如设为1000~10000sccm范围内的流量。 H_2 气体的供给流量例如设为1000~10000sccm范围内的流量。 O_2 气体及 H_2 气体的供给时间例如设为1~120秒范围内的时间。其他处理条件例如设为与步骤1同样的处理条件。

[0086] 通过在上述条件下,将 O_2 气体及 H_2 气体供给至处理室201内, O_2 气体及 H_2 气体在加热后的减压气氛下,通过非等离子体而以热的方式被活化(激发)并反应,由此,生成包含原子状氧(O)等的氧的、不含水分(H_2O)的氧化种。然后,主要通过上述氧化种,对在步骤1中在晶片200上形成的第一层进行氧化处理。由于上述氧化种所携带的能量高于第一层中所含的Si-Cl、Si-H等的键能,因此通过将上述氧化种的能量施加给第一层,第一层中所含的Si-Cl键、Si-H键等被切断。与Si的键被切断了的H、Cl等从膜中被除去,以 Cl_2 、HCl等的形式排出。另外,由于与H、Cl等的键被切断而残余的Si的原子键与氧化种中所含的O结合,形成Si-O键。由此,第一层能够变化为第二层,即Cl等杂质的含量少的SiO层(被改质)。通过上述氧化处理,与单独供给 O_2 气体的情况、供给水蒸气(H_2O)的情况相比,能够大幅提高氧化能力。即,通过在减压气氛下,向 O_2 气体中添加 H_2 气体,与单独供给 O_2 气体的情况、供给 H_2O 气体的情况相比,能够获得大幅提高氧化能力的效果。

[0087] (除去残留气体)

[0088] 在第一层变化为第二层(SiO层)后,关闭阀243b、243a,分别停止 O_2 气体及 H_2 气体的供给。然后,通过与步骤1同样的处理步骤、处理条件,将处理室201内残留的 O_2 气体、 H_2 气体、反应副产物从处理室201内排除。

[0089] 作为含O气体,除 O_2 气体外,还能够使用臭氧(O_3)气体等。作为含H气体,除 H_2 气体外,还能够使用重氢(D_2)气体等。需要说明的是,作为原料气体,在使用4DMAS气体、3DMAS气体等氨基硅烷原料气体的情况下,作为含O气体若使用 O_3 气体的话,无需使用含H气体就能以充分的(同样的)成膜速率成膜。作为非活性气体,除 N_2 气体外,例如还能够使用在步骤1中列举的各种稀有气体。

[0090] [实施规定次数]

[0091] 将非同时地,即非同步地进行上述步骤1、2作为一循环,通过进行所述循环规定次数(n次),能够在晶片200上形成规定膜厚的SiO膜。上述的循环优选重复多次。优选地,使每1次循环所形成的第二层的厚度小于所期望的膜厚,多次重复上述循环直至通过层叠第二层而形成的膜的膜厚成为所期望的膜厚。

[0092] (后吹扫步骤・大气压恢复步骤)

[0093] 当成膜步骤结束,形成规定膜厚的SiO膜后,分别从气体供给管232c、232d、232f各自向处理室201内供给N₂气体,从排气管231排气。N₂气体作为吹扫气体而发挥作用。由此,处理室201内被吹扫,处理室201内残留的气体、反应副产物从处理室201内被除去(后吹扫)。之后,处理室201内的气氛置换为非活性气体(非活性气体置换),处理室201内的压力恢复至常压(恢复大气压)。

[0094] (晶舟卸载及晶片取出)

[0095] 之后,通过晶舟升降机115使密封盖219下降,集流管209的下端开口,并且处理完毕的晶片200以支承于晶舟217的状态下从集流管209的下端被搬出至反应管203的外部(晶舟卸载)。晶舟卸载后,使闸门219s移动,集流管209的下端开口经由O型环220c而被闸门219s密封(闸门关闭)。处理完毕的晶片200被搬出至反应管203的外部后,利用晶舟217而被取出(晶片取出)。

[0096] (3) 清洁处理

[0097] 若进行上述成膜处理,则在处理室201内的构件的表面,例如反应管203的内壁、喷嘴249a、249b的内壁及表面、盖板209a的表面、晶舟217的表面、集流管209的内壁等上,会累积包含SiO膜等薄膜、反应副产物的堆积物。即,包含O的堆积物会附着在加热的处理室201内的构件表面并累积。另外,在喷嘴249a的内壁还会附着下述Si系的堆积物、SiO系的堆积物等:所述Si系的堆积物为由于HCDS气体附着于喷嘴249a的内壁而堆积的、以Si为主成分的Si系的堆积物,所述SiO系的堆积物为由于附着于喷嘴249a内的HCDS与侵入喷嘴249a内的O₂气体在喷嘴249a内反应从而形成的SiO_x膜等的SiO系的堆积物。因此,当上述这些堆积物的量,即累积膜厚达到堆积物会发生剥离、落下之前的规定量(厚度)时,进行清洁处理。

[0098] 在图5所示的清洁处理中,在第一温度设为F₂气体不生活化的温度,第二温度设为F₂气体发生生活化的温度的条件下进行下述步骤:将向加热至第一温度的处理室201(处理容器)内供给HF气体的HF清洁步骤;使处理室201内的温度升温至比第一温度高的第二温度的升温步骤;向加热至第二温度的处理室201内供给F₂气体的F₂清洁步骤。

[0099] 以下,参照图5,说明本实施方式中的清洁处理的一个例子。在以下说明中,通过控制器121控制构成衬底处理装置的各部的动作。

[0100] (晶舟搬入步骤)

[0101] 利用闸门开闭机构115s使闸门219s移动,集流管209的下端开口开放(闸门打开)。之后,空的晶舟217,即未装填晶片200的晶舟217通过晶舟升降机115而被抬起从而被搬入处理室201内。在上述状态下,密封盖219成为经由O型环220而将集流管209的下端密封了的状态。

[0102] (压力温度调节步骤)

[0103] 通过真空泵246进行真空排气,以使处理室201内成为规定压力。真空泵246至少在

直至清洁处理结束的期间维持始终工作的状态。另外,通过加热器207加热,以使处理室201内成为规定温度(第一温度)。另外,开始利用旋转机构267的晶舟217的旋转。利用加热器207进行的处理室201内的加热,晶舟217的旋转至少在直至F₂清洁步骤完成为止的期间,连续进行。然而,也可以不使晶舟217旋转。

[0104] (HF清洁步骤)

[0105] 在该步骤中,向进行了在晶片200上形成SiO膜的处理(成膜处理)后的处理室201内,即包含SiO₂膜等含O膜的堆积物附着了的处理室201内至少连续供给HF气体。

[0106] 在该步骤中,按照与成膜处理的步骤1中的阀243a、243c、243d、243f的开闭控制同样的步骤,进行阀243a、243c、243d、243f的开闭控制。HF气体利用MFC241a进行流量调节,经由气体供给管232a、喷嘴249a而向处理室201内供给。通过从气体供给管232c流过N₂气体,能够将HF气体在气体供给管232a内稀释,控制向处理室201内供给的HF气体的浓度。与此同时,也可以打开阀243b、243e,向气体供给管232b、232e内流过HF气体,经由喷嘴249b、249e向处理室201内供给HF气体。需要说明的是,在上述步骤中,不向处理室201内供给F₂气体。

[0107] 此时,处理室201内的压力例如设为6650~26600Pa(50~200Torr),优选为13300~19950Pa(100~150Torr)范围内的压力。HF气体的供给流量例如设为1000~8000sccm,优选为2000~8000sccm范围内的流量。向处理室201内供给HF气体的时间例如设为60~1800秒,优选为120~1200秒范围内的时间。加热器207的温度设为处理室201内的温度例如成为30~100℃,优选为35~70℃,更优选为40~50℃范围内的温度(第一温度)的温度。

[0108] 若处理室201内的温度小于30℃,堆积物的蚀刻反应有时变得难以进行。通过使处理室201内的温度为30℃以上,能够使堆积物的蚀刻反应进行。

[0109] 若处理室201内的温度大于100℃,有时HF向处理室201内的构件的表面的吸附变得困难,堆积物的蚀刻变得困难。通过使处理室201内的温度为100℃以下,能够解决上述问题。通过使处理室201内的温度为70℃以下,进一步为50℃以下,能够使利用HF进行的蚀刻反应确实地进行。

[0110] 因而,可以将处理室201内的温度设为30℃以上且100℃以下,优选为35℃以上且70℃以下,更优选为40℃以上且50℃以下的范围内的温度。

[0111] 上述第一温度为在后述的F₂清洁步骤中向处理室201内供给的F₂气体不生活化的温度。需要说明的是,所谓F₂气体不生活化,除了是指F₂气体完全不生活化的情况外,还包括F₂气体轻微活化,与F₂气体完全不生活化的情况实质等同的情况。

[0112] 当向处理室201内供给的HF气体通过处理室201内而从排气管231排气时,其与处理室201内的构件的表面,例如反应管203的内壁、喷嘴249a、249b的表面、盖板209a的表面、晶舟217的表面、集流管209的内壁、密封盖219的上表面等接触。此时,通过热化学反应,附着在处理室201内的构件的包含含O膜的堆积物被除去。即,通过HF与堆积物的蚀刻反应,堆积物被除去。

[0113] 另外,与F₂气体等其他清洁气体相比,HF气体为能够在较低的温度(例如30~100℃)的温度区域内将SiO₂等氧化物系(SiO系)的堆积物蚀刻的气体。因此,在上述条件下,通过向处理室201内供给HF气体,还能够除去附着在难以被加热器207加热的处理室201内的下部区域(隔热区域,低温区域)内的构件上的堆积物。例如,还能够除去附着在形成于处理容器(处理室201)内的下部的炉口部(密封盖219附近,隔热板218附近,入口附近等)的内壁

上的、包含 SiO_x 等非致密膜(粉末状的膜)的堆积物。

[0114] 此外, HF气体对于由SiC(碳化硅(Silicon carbide))形成的构件而言不表现蚀刻特性。由此, 例如即便当晶舟217由SiC形成, 也能够不对晶舟217产生损伤的情况下, 除去附着于晶舟217的表面的堆积物。

[0115] 如上所述, 通过向附着了包含 SiO_2 膜、 SiO_x 等非致密膜的堆积物的处理室201内供给HF气体, 能够在非等离子体的气氛下, 在处理室201内每个角落, 使堆积物的蚀刻反应适当地进行。

[0116] 然而, 在HF清洁步骤中, 对附着于喷嘴249a内的、以Si为主成分的Si系的堆积物的除去是困难的。因此, 即便进行HF清洁步骤, 有时也会在喷嘴249a内残留Si系的堆积物。像这样, 附着于喷嘴249a内的Si系的堆积物等能够通过进行后述的 F_2 清洁步骤而除去。

[0117] 需要说明的是, 在HF清洁步骤中, 优选向处理室201内供给HF气体这样的包含H和F的气体。这是因为, 发明人等确认到, 在HF清洁步骤中, 当代替HF气体而向处理室201内供给氟(F_2)气体、氟化氯(ClF_3)气体的情况下, 难以使上述蚀刻反应进行。据认为, 这是由于, 当对以SiO为主成分的堆积物, 即包含含O膜的堆积物进行蚀刻时, 使用HF气体这样的包含H和F的气体是必要的, 与此相对, F_2 气体、 ClF_3 气体为不含H的氟系气体。

[0118] 然而, 当对包含含O膜的堆积物进行蚀刻时使用了HF气体这样的包含H和F的气体的情况下, 堆积物(SiO)中所含的O与HF中所含的H键合, 从而在处理室201内产生水分(H_2O)。另外, 堆积物所含的Si与HF所含的F键合, 从而处理室201内会产生 SiF_4 等。在处理室201内产生的上述物质能够通过进行后述的升温步骤、吹扫步骤而从处理室201内被除去(排出)。

[0119] 作为非活性气体, 除 N_2 气体外, 例如还可使用在上述成膜处理中列举的各种稀有气体。

[0120] (升温步骤・吹扫步骤)

[0121] HF清洁步骤结束后, 关闭阀243a、243b, 停止向处理室201内供给HF气体。然后, 以处理室201内成为比上述第一温度高的第二温度(例如 $250\sim 450^\circ\text{C}$)的方式, 通过加热器207将处理室201内加热(升温)。即, 使处理室201内的温度升温至后述的 F_2 清洁步骤的处理温度。

[0122] 在该步骤中, 当使处理室201内的温度升温至 F_2 清洁步骤的处理温度时, 还能够除去处理室201内产生的水分、 SiF_4 等。

[0123] 如上所述, 若进行HF清洁步骤, 则在处理室201内产生水分、 SiF_4 等。通过进行HF清洁步骤而在处理室201内产生的水分通过与处理室201内残留的HF气体共存, 从而成为使处理室201内的金属构件腐蚀, 由此产生颗粒的主要因素。进行HF清洁步骤后, 当将处理室201内排气时, 当将处理室201内的温度维持在上述的第一温度($30\sim 100^\circ\text{C}$)的状态下, 将水分(H_2O)从处理室201内充分且高效地除去是困难的。之所以如此, 是由于上述第一温度为比水的沸点(100°C)低的温度, 且当水分在处理室201内单独存在时, 上述第一温度为上述水分易于在处理室201内以液相状态残留的温度, 即上述第一温度为上述水分在处理室201内残留程度的温度。在上述温度下, 水分单独的情况下难以蒸发, 即便其中一部分蒸发也易于在处理室201内以液态的状态残留。与此相对, 在本实施方式中, HF清洁步骤结束后, 通过以处理室201内的温度成为比第一温度高的第二温度的方式通过加热器207加热处理室201

内,能够将存在于处理室201内的水分蒸发除去。

[0124] 然而,水分具有易于残留在低温部的性质。即便将处理室201内的温度加热至第二温度,处理室201内的炉口部(低温区域)的温度也具有如下倾向,即低于处理室201内的其他区域、即进行成膜处理时排列着晶片200的处理室201内的上部区域(以下,也称为制品区域,高温区域)的温度。在这种状态下,即便进行上述升温步骤、吹扫步骤,有时水分也会残留在炉口部的内壁等、处理室201的低温区域内的构件的表面。上述残留的水分能够通过进行后述F₂清洁步骤,而从处理室201内排出。

[0125] 另外,在本实施方式中,HF清洁步骤结束后,在停止向处理室201内供给HF气体的状态下,向处理室201内供给N₂气体(吹扫)。

[0126] 在该步骤中,在保持将APC阀244设为打开的状态下,即在继续处理室201内的排气的状态下,至少打开阀243c、243d、243f的某一个(保持打开),继续向处理室201内供给N₂气体。由此,能够从处理室201内高效地除去水分。另外,处理室201内残留的HF气体、处理室201内产生的SiF₄等也能够向处理室201的外部除去。处理室201内的吹扫结束后,停止向处理室201内供给N₂气体,将处理室201内真空排气(VAC)。

[0127] 作为非活性气体,除N₂气体外,例如还能够使用在上述成膜处理中列举的各种稀有气体。

[0128] (F₂清洁步骤)

[0129] 升温步骤,吹扫步骤结束后,向加热至第二温度的处理室201内至少连续供给F₂气体。

[0130] 在上述步骤中,能够除去在HF清洁步骤中未能彻底除去而残留在处理室201内的构件的表面的堆积物、附着在喷嘴249a内的Si系的堆积物,以及在升温步骤、吹扫步骤未能彻底除去而残留在处理室201的低温区域的水分等。

[0131] 在该步骤中,按照与成膜处理的步骤1中的阀243a、243c、243d、243f的开闭控制同样的步骤,进行阀243a、243c、243d、243f的开闭控制。F₂气体利用MFC241a进行流量调节,经由气体供给管232a、喷嘴249a而向处理室201内供给。通过从气体供给管232c流过N₂气体,能够将F₂气体在气体供给管232a内稀释,控制向处理室201内供给的F₂气体的浓度。需要说明的是,在该步骤中,不向处理室201内供给HF气体。

[0132] 经由喷嘴249a而向处理室201内供给的F₂气体在喷嘴249a内、处理室201内被加热,被活化(激发)为能量高状态,成为易于发生化学反应的状态。即,成为激发状态的氟(F)(激发状态的氟的活性种)大量存在的状态。

[0133] 此时,处理室201内的压力例如设为6650~26600Pa(50~200Torr),优选为13300~19950Pa(100~150Torr)范围内的压力。F₂气体的供给流量例如设为500~5000sccm,优选为1000~4000sccm范围内的流量。加热器207的温度设为处理室201内的温度例如成为250~450℃,优选为300~400℃范围内的温度(第二温度)的温度。其他处理条件与HF清洁步骤的处理条件同样。

[0134] 若处理室201内的温度小于250℃,F₂气体不会被活化,成为难以发生化学反应的状态,即成为基态的F₂分子大量存在的状态,堆积物的蚀刻反应有时变得难以进行。通过将处理室201内的温度设为250℃以上,进而300℃以上,能够使堆积物的蚀刻反应得以进行。

[0135] 若处理室201内的温度大于450℃,蚀刻反应变得过度,处理室201内的构件有时会

受到损伤。通过将处理室201内的温度设为450℃以下,能够适当地抑制蚀刻反应,能够避免处理室201内的构件的损伤。通过将处理室201内的温度设为400℃以下,能够更加适当地抑制蚀刻反应,能够更加确实地避免处理室201内的构件的损伤。

[0136] 因而,处理室201内的温度适合设为250℃以上且450℃以下,优选为300℃以上且400℃以下范围内的温度。

[0137] F_2 气体为在250~450℃的温度区域能够除去Si、 Si_3N_4 、 SiO_2 等堆积物(Si系、SiO系的堆积物)的气体。因此,在上述条件下,通过向处理室201内供给 F_2 气体(以 N_2 气体稀释了的 F_2 气体),能够通过热化学反应除去在HF清洁步骤未能彻底除去的、残留在处理室201内的构件的表面的SiO系的堆积物。

[0138] 另外,在上述条件下,通过向处理室201内供给 F_2 气体,还能够除去(在HF清洁步骤中除去困难的、附着在喷嘴249a内的)以Si为主成分的Si系的堆积物、(在HF清洁步骤未能除去,而残留在喷嘴249a内的) SiO_x 膜等SiO系的堆积物。即,通过将处理室201内加热至第二温度,喷嘴249a也被加热至第二温度。通过在被加热至第二温度的喷嘴249a内使 F_2 气体流通,附着在喷嘴249a内的堆积物通过热化学反应而被除去。即,通过进行成膜处理,附着在喷嘴249a的内壁的堆积物通过在被加热至第二温度的喷嘴249a内流通的 F_2 气体而被蚀刻,从而从喷嘴249a内除去。

[0139] 即,在上述条件下,通过向处理室201内供给 F_2 气体, F_2 气体在被加热的气氛下通过非等离子体而以热的方式被活化(激发),生成激发状态的F的活性种。然后,主要通过上述活性种,对喷嘴249a内、处理室201内进行清洁处理。如上所述的第二温度也可以说是向处理室201内供给的 F_2 气体活化的温度、激发状态的F的活性种生成的温度。需要说明的是,在第二温度下,在单独使用 F_2 气体的情况下也能发生充分的蚀刻反应。另外,所谓 F_2 气体发生活化,除了包含 F_2 气体全部活化的情况外,还包含 F_2 气体少量活化,与 F_2 气体全部发生活化的情况实质上等同的情况。

[0140] 另外,在上述条件下,通过向处理室201内供给 F_2 气体,即便在处理室201内的炉口部的温度低于处理室201内的制品区域的温度的情况下,也能够高效地除去附着在处理室201内的炉口部的内壁等的、处理室201内的低温区域的水分。这是由于,通过向处理室201内供给 F_2 气体,残留在处理室201内水分与 F_2 反应,由此,能够使残留在处理室201内的水分转变为HF、 O_2 等、易于从处理室201内除去的物质。通过利用上述反应,能够从处理室201内高效地除去水分。即,还能够除去在上述升温步骤、吹扫步骤中未能彻底除去而残留在处理室201内的水分。

[0141] 作为含F气体,除 F_2 气体外,还能够使用 ClF_3 气体、氟化氮(NF_3)气体、 F_2 气体+HF气体、 ClF_3 气体+HF气体、 NF_3 气体+HF气体、 F_2 气体+ H_2 气体、 ClF_3 气体+ H_2 气体、 NF_3 气体+ H_2 气体、 F_2 气体+NO气体、 ClF_3 气体+NO气体、 NF_3 气体+NO气体等氟系气体。

[0142] 作为非活性气体,除 N_2 气体外,例如能够使用上述稀有气体。

[0143] (后吹扫·大气压恢复步骤)

[0144] F_2 清洁步骤结束后,关闭阀243a,停止向处理室201内供给 F_2 气体。另外,分别从气体供给管232c、232d、232f各自向处理室201内继续供给 N_2 气体,从排气管231排气。 N_2 气体作为吹扫气体而发挥作用。由此,能够将处理室201内吹扫(后吹扫)。此时,也可以通过重复阀243c、243d、232f的开闭动作,从而断续进行处理室201内的吹扫(循环吹扫)。之后,处理室

201内的气氛别置换为 N_2 气体(非活性气体置换),处理室201内的压力恢复至常压(恢复大气压)。

[0145] (晶舟卸载)

[0146] 利用晶舟升降机115使密封盖219下降,集流管209的下端开口,并且空的晶舟217从集流管209的下端向反应管203的外部搬出(晶舟卸载)。晶舟卸载之后,使闸门219s移动,集流管209的下端开口经由O型环220c而利用闸门219s密封。上述一系列的工序结束后,再次开始上述成膜处理。

[0147] (4) 本实施方式的效果

[0148] 通过本实施方式,能够获得以下所示的一种或多种效果。

[0149] (a) 进行在晶片200上形成 SiO 膜的成膜处理后,通过进行HF清洁步骤,能够除去附着于处理室201内的构件的表面的堆积物。特别的,通过进行HF清洁步骤,例如还能够除去附着于(在反应管203的下部形成的)炉口部的内壁等的、处理室201的低温区域内的构件的表面的堆积物。由此,能够提高在之后进行的成膜处理的品质。

[0150] 需要说明的是,当仅实施 F_2 清洁步骤时,难以进行对附着于处理室201的低温区域内的构件的堆积物的除去。这是因为,在 F_2 清洁步骤中,即便将处理室201内(的制品区域)的温度维持在第二温度,处理室201内的炉口部的温度例如也会低至 $100\sim 200^{\circ}C$ 左右。因此,即便向处理室201内供给 F_2 气体,在炉口部,也难以进行蚀刻反应。

[0151] (b) 通过进行升温步骤,能够将在HF清洁步骤中在处理室201内产生的水分从处理室201内除去。由此,能够抑制由残留水分导致的处理室201内的金属构件的腐蚀,能够通过避免通过腐蚀而在处理室201内产生颗粒。

[0152] (c) 通过在HF清洁步骤之后进行 F_2 清洁步骤,还能够除去未能在HF清洁步骤彻底除去而残留在处理室201内的构件的表面的堆积物。由此,能够确实地提高在之后进行的成膜处理的品质。

[0153] (d) 另外,通过进行 F_2 清洁步骤,能够进行喷嘴249a内的清洁。即,还能够除去附着于喷嘴249a内的Si系的堆积物、未能在HF清洁步骤中彻底除去而残留在喷嘴249a内的 SiO 系的堆积物。由此,能够在不拆卸喷嘴249a的情况下,进行喷嘴249a内的清洁,能够缩短整个清洁处理所需要的时间,能够缩短衬底处理装置的停机时间。另外,由于不需要拆掉喷嘴249a,因此不会出现在拆掉喷嘴249a时使处理容器内向大气开放。其结果,能够保持处理容器内的气氛清洁,能够提高成膜处理的品质。

[0154] (e) 另外,通过在升温步骤的后进行 F_2 清洁步骤,能够除去未能在升温步骤中彻底除去而残留在处理室201内的水分。特别的,能够除去残留在处理室201内的隔热区域的水分。其结果,能够更加提高从处理室201内除去水分的效率。

[0155] (f) 由于能够在非等离子体的环境下进行堆积物的蚀刻,因此能够使衬底处理装置的构成简易化,能够降低其制造成本、维护成本。另外,能够避免等离子体对处理室201内的构件的损伤。

[0156] (g) 在作为原料气体而使用HCDS气体以外的气体的情况、作为反应气体(作为含O气体)而使用 O_2 气体以外的气体的情况、作为含H气体而使用 H_2 气体以外的气体的情况中,也能够同样地获得上述效果。

[0157] (5) 清洁处理的变形例

[0158] 本实施方式中的清洁处理不限于上述方式,能够如以下所示变形例进行变更。

[0159] (变形例1)

[0160] 例如,在上述吹扫步骤中,可向处理室201内供给F₂气体、醇。此时,与升温步骤的开始一同向处理室201内供给F₂气体、醇。作为醇,例如,能够使用甲醇(CH₃OH)。需要说明的是,CH₃OH以醇气体(CH₃OH气体)的形式供给。由此,能够更加提高在HF清洁步骤中在处理室201内产生的水分的除去效率。

[0161] (变形例2)

[0162] 另外,在成膜处理中,有时HCDS气体向喷嘴249b内少量地侵入,在喷嘴249b内的内壁少量地附着堆积物。因此,例如,在F₂清洁步骤中,可以经由喷嘴249b向处理室201内供给F₂气体。由此,在F₂清洁步骤中能够进行喷嘴249b内的清洁。

[0163] 另外例如,在F₂清洁步骤中,可以不仅从喷嘴249a,还从喷嘴249b、249e之中的至少某一个喷嘴向处理室201内供给F₂气体。即,在F₂清洁步骤中,可与喷嘴249a的清洁同时,进行喷嘴249b、249e的清洁。这种情况下,例如可以使从喷嘴249a向处理室201内供给F₂气体的时间(从喷嘴249a供给F₂气体的时间T₁)、与从喷嘴249b、249e向处理室201内供给F₂气体的时间(从喷嘴249b、249e供给F₂气体的时间T₂)相同(T₁=T₂)。另外例如,由于与附着在喷嘴249a内的堆积物的量相比,附着在喷嘴249b、249e内的堆积物的量更少,因此可以使供给时间T₂小于供给时间T₁(T₂<T₁)。即,可以仅在从喷嘴249a向处理室201内实施气体的供给的期间中的初期、中期、后期中的某一者进行从喷嘴249b、249e向处理室201内供给F₂气体。

[0164] (变形例3)

[0165] 在上述实施方式中,以设置了盖板209a的情况为例进行了说明,但也可以不设置盖板209a。另外例如,代替喷嘴249e,可以设置向处理室201内的炉口部周边供给N₂气体的环状的喷嘴(N₂吹扫环)。此时,在F₂清洁步骤中,可以经由N₂吹扫环向处理室201内供给F₂气体(以N₂气体稀释了的F₂气体)。

[0166] (变形例4)

[0167] 另外例如,可以在HF清洁步骤中,在空的晶舟217收纳在处理室201内的状态下向处理室201内供给HF气体,在F₂清洁步骤中,在空的晶舟217搬出至处理室201外的状态下向处理室201内供给F₂气体。其结果,能够避免由于F₂气体而使晶舟217受到损伤。例如由SiC形成的晶舟在400℃的条件下相对于F₂的蚀刻速率比由石英形成的晶舟的蚀刻速率高3~5倍左右。因此,当晶舟217由SiC形成时,若在晶舟217收纳在加热至第二温度的处理室201内的状态下进行F₂清洁步骤,则晶舟217有时受到损伤。与此相对,通过在晶舟217搬出至处理室201外的状态下进行F₂清洁步骤,能够确实地避免晶舟217受到损伤。

[0168] 此时,通过在集流管209的下端开口经闸门219s而密封的状态下进行F₂清洁步骤,能够在不将晶舟217从密封盖219拆掉的情况下,进行F₂清洁步骤。结果,能够进一步缩短整个清洁处理所需要的时间,能够进一步缩短衬底处理装置的停机时间。另外,还能够抑制晶舟217的破损,从晶舟217产生颗粒。

[0169] 需要说明的是,在本变形例中,可以在晶舟卸载及闸门关闭结束后,开始升温步骤,也可以与晶舟卸载的开始一同开始升温步骤。另外,也可以在升温步骤结束后开始晶舟卸载。

[0170] (变形例5)

[0171] 如图6(a)所示的清洁顺序,在HF清洁步骤中,也可以断续进行向处理室201内的HF气体的供给。在本变形例中,能够获得与图5所示的清洁顺序同样的效果。另外,通过断续地进行HF气体的供给,能够适当地控制处理室201内中的水分、SiF₄的量,能够创造蚀刻反应易于进行的环境。另外,通过断续地进行HF气体的供给,能够在处理室201内产生压力变动,能够对堆积物施加伴随压力的变动的冲击。由此,能够在堆积物中产生裂纹、剥离等,能够高效地进行堆积物的蚀刻。另外,通过断续地进行HF气体的供给,能够在处理室201内产生HF气体的流速变动,能够将HF气体确实地供给至处理室201内的每个角落。另外,通过断续地进行HF气体的供给,能够适当地抑制HF气体的使用量,能够降低清洁处理的成本。

[0172] (变形例6)

[0173] 如图6(b)所示的清洁顺序,在F₂清洁步骤中,可以向处理室201内断续地供给F₂气体。在本变形例中,也能获得与图5所示的清洁顺序同样的效果。另外,能够在处理室201内产生压力变动,能够高效地进行堆积物的蚀刻。另外,能够在处理室201内产生F₂气体的流速变动,能够将F₂气体确实地供给至处理室201内的每个角落。另外,能够适当地抑制F₂气体的使用量,能够降低清洁处理的成本。

[0174] (变形例7)

[0175] 如图6(c)所示的清洁顺序,在HF清洁步骤中,可以断续地向处理室201内供给HF气体,在F₂清洁步骤中,可以向处理室201内断续地供给F₂气体。在本变形例中,也能获得与图5所示的清洁顺序、上述变形例5、6同样的效果。

[0176] (变形例8)

[0177] 如图6(d)所示的清洁顺序,可以使HF清洁步骤中的向处理室201内供给HF气体的流量连续变动(增减),使F₂清洁步骤中的向处理室201内供给F₂气体的流量连续变动。另外,也可以使HF清洁步骤中的向处理室201内供给HF气体的流量连续变动,或使F₂清洁步骤中的处理室201内供给F₂气体的流量连续变动。在本变形例中,也能获得与图5所示的清洁顺序、上述变形例5、6同样的效果。

[0178] <本发明的其他实施方式>

[0179] 以上,具体地说明了本发明的实施方式。然而,本发明不限于上述实施方式,在不超出其要旨的范围内可进行各种变更。

[0180] 在上述实施方式中,对使用HCDS气体、O₂气体、H₂气体在高温条件下在晶片200上形成SiO膜的例子进行说明,但本发明不限于上述方式。例如,本发明也能够合适地适用于下述情况:例如使用3DMAS气体、BTBAS气体等氨基硅烷原料气体而在中温条件下在晶片200上形成SiO膜的情况,使用吡啶(C₅H₅N)等氨基系催化剂而在低温条件下在晶片200上形成SiO膜的情况等。另外例如,本发明还能适用于使用BTBAS气体等氨基硅烷原料气体和等离子体激发了的O₂气体而在低温条件下在晶片200上形成SiO膜的情况。即,本发明还能够合适地适用于对例如进行了利用以下所示的成膜顺序而在晶片200上形成SiO膜的处理后的处理室内进行清洁的情况。

[0181] $(3\text{DMAS} \rightarrow \text{O}_3) \times n \Rightarrow \text{SiO}$

[0182] $(\text{HCDS} + \text{吡啶} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{吡啶}) \times n \Rightarrow \text{SiO}$

[0183] (BTBAS \rightarrow O₂等离子体) $\times n \Rightarrow$ SiO

[0184] 另外例如,本发明不限于在晶片200上形成SiO膜的情况,还能够合适地适用于在晶片200上形成硅氧碳氮化膜(SiOCN膜)、硅氧化膜(SiOC膜)、硅氮化膜(SiON膜)等Si系氧化膜的情况。即,本发明还能够合适地适用于对进行了在晶片200上形成SiO膜以外的Si系氧化膜的处理后的处理室内进行清洁的情况。

[0185] 另外例如,本发明不仅能够适用于在晶片200上形成Si系氧化膜的情况,还能够合适地适用于在晶片200上例如形成包含金属元素的氧化膜的情况。即,本发明还能够合适地适用于对进行了在晶片200上形成包含金属系氧化膜的处理后的处理室内进行清洁的情况。

[0186] 如以上所述,本发明还能够合适地适用于通过除去Si系氧化膜等半导体系氧化膜、包含金属系氧化膜的堆积物,从而对处理室内进行清洁的情况。在上述这些情况中,清洁处理的处理步骤、处理条件能够设为与上述实施方式同样的处理步骤、处理条件。在上述这些情况中,能够获得与上述实施方式、各变形例同样的效果。

[0187] 优选地,衬底处理中使用的制程(记载了处理步骤、处理条件等的程序)根据衬底处理的内容(形成的膜的膜种类、组成比、膜质、膜厚、处理步骤、处理条件等)而分别地准备,并经由电通信线路、外部存储装置123而预先存储在存储装置121c内。并且,优选地,在开始衬底处理时,CPU121a根据处理内容从存储在存储装置121c内的多个制程中适宜选择适当的制程。由此,能够通过1台衬底处理装置重现性良好地形成各种膜种类、组成比、膜质、膜厚的膜。此外,既能减小操作员的操作负担(处理步骤、处理条件等的输入负担等),避免操作错误,又能迅速地开始衬底处理。

[0188] 上述制程并不限于新制作的情况,例如,也可以通过变更衬底处理装置中已安装的既存的制程来准备。在变更制程的情况下,也可以将变更后的制程经由电通信线路、记录有该制程的记录介质安装于衬底处理装置。此外,也可以对既存的衬底处理装置所具备的输入输出装置122进行操作,直接变更已安装于衬底处理装置的既存的制程。

[0189] 在上述实施方式中,对使用一次处理多张衬底的批量式的衬底处理装置形成薄膜的例子进行了说明。本发明并不限于上述实施方式,例如,在使用一次处理1张或数张的衬底的单片式的衬底处理装置形成膜的情况下,也能够合适地适用。此外,在上述实施方式中,对使用具有热壁(Hot Wall)型的处理炉的衬底处理装置形成膜的例子进行了说明。本发明并不限于上述实施方式,在使用具有冷壁(Cold Wall)型的处理炉的衬底处理装置形成膜的情况下,也能够合适地适用。在这些情况下,也可以将处理步骤、处理条件设为例如与上述实施方式同样的处理步骤、处理条件。

[0190] 例如,在使用具备图8(a)所示的处理炉302的衬底处理装置形成膜的情况下,本发明也能够合适地适用。处理炉302具备:形成处理室301的处理容器303、作为以喷淋状向处理室301内供给气体的气体供给部的簇射头303s、将1张或数张晶片200以水平姿势支承的支承台317、将支承台317从下方支承的旋转轴355、及设置于支承台317的加热器307。在簇射头303s的入口(气体导入口)连接有气体供给端口332a、332b。在气体供给端口332a连接有与上述实施方式的原料气体供给系统、含H气体供给系统、含H和F气体供给系统、含F气体供给系统同样的气体供给系统。在气体供给端口332b连接有与上述实施方式的氧化气体供给系统、含H和F气体供给系统、含F气体供给系统同样的气体供给系统。在簇射头303s的出

口(气体排出口)设置有将气体以喷淋状向处理室301内供给的气体分散板。簇射头303s设置在与被搬入处理室301内的晶片200的表面相对(面对)的位置。在处理容器303设置有对处理室301内进行排气的排气端口331。在排气端口331连接有与上述实施方式的排气系统同样的排气系统。

[0191] 此外,例如,在使用具备图8(b)所示的处理炉402的衬底处理装置形成膜的情况下,本发明也能够合适地适用。处理炉402具备:形成处理室401的处理容器403、将1张或数张晶片200以水平姿势支承的支承台417、从下方支承支承台417的旋转轴455、朝向处理容器403内的晶片200进行光照射的灯加热器407、及使灯加热器407的光透过的石英窗403w。在处理容器403连接有气体供给端口432a、432b。在气体供给端口432a连接有与上述实施方式的原料气体供给系统、含H气体供给系统、含H和F气体供给系统、含F气体供给系统同样的气体供给系统。在气体供给端口432b连接有与上述实施方式的氧化气体供给系统、含H和F气体供给系统、含F气体供给系统同样的气体供给系统。气体供给端口432a、432b分别设置于被搬入处理室401内的晶片200的端部的侧方、即与被搬入处理室401内的晶片200的表面不相对的位置。在处理容器403设置有对处理室401内进行排气的排气端口431。在排气端口431连接有与上述实施方式的排气系统同样的排气系统。

[0192] 在使用上述衬底处理装置的情况下,也能够以与上述实施方式、变形例同样的处理步骤、处理条件进行成膜、清洁处理,可获得与上述实施方式、变形例同样的效果。

[0193] 此外,上述实施方式、变形例等可适宜地组合使用。此外,可以将此时的处理步骤、处理条件设为例如与上述实施方式同样的处理步骤、处理条件。

[0194] 实施例

[0195] 以下,对证明通过上述实施方式、变形例获得的效果的实验结果进行说明。

[0196] 作为实施例,使用上述实施方式中的衬底处理装置,利用图4所示的成膜顺序,进行在多片晶片上形成SiO膜的成膜处理。作为原料气体使用HCDS气体,作为含O气体使用O₂气体,作为含H气体使用H₂气体。成膜处理的处理条件设为上述实施方式中记载的处理条件范围内的条件。之后,利用图5所示的清洁顺序,进行HF清洁步骤(HF清洁)、升温步骤(加热)、和F₂清洁步骤(F₂清洁)。其他处理条件设为上述实施方式中记载的处理条件范围内的条件。之后,对处理室内进行吹扫(VAC/N₂PRG/VAC)。

[0197] 作为比较例,使用上述实施方式中的衬底处理装置,利用图4所示的成膜顺序,进行在多片晶片上形成SiO膜的成膜处理。处理步骤、处理条件与实施例的处理步骤、处理条件相同。之后,进行F₂清洁步骤,使处理室内的温度降温至比第二温度(250~450℃)低的第一温度(30~100℃)的降温步骤(冷却),和HF清洁步骤。并且,在将处理室内排气的同时,进行使处理室内的温度再次升温至第二温度从而从处理室内除去水分的水分除去步骤,之后对处理室内进行吹扫(VAC/N₂PRG/VAC)。F₂清洁步骤、HF清洁步骤的处理条件为上述实施方式中记载的处理条件范围内的条件,并且设定为与实施例同样的条件。

[0198] 图7(a)为示出在实施例中,直至处理室内的清洁及吹扫完成的过程的图,图7(b)为示出在比较例中,直至处理室内的清洁及吹扫完成的过程的图。任一图的横轴均表示过程时间,纵轴均表示处理室内的温度。另外,任一图均省略了关于成膜处理的图示。

[0199] 根据图7(a)、图7(b)可知,与比较例相比,实施例的情况而言,能够缩短整个清洁处理所需要的时间。即,在实施例中,通过在进行HF清洁步骤后进行F₂清洁步骤,进行一次

处理室内的升温即可。与此相对,在比较例中,由于在进行F₂清洁步骤后进行HF清洁步骤,因此需要分别进行一次处理室内的降温 and 一次升温。

[0200] 在比较例中,进行处理室内的降温。确认到降温与升温相比更耗费时间。例如,在比较例中,确认到,处理室内的温度从第二温度降温至第一温度大约需要5小时。结果,对于无需处理室内的降温的实施例的情况而言,与比较例相比,能够确实地缩短整个清洁处理所需要的时间。

[0201] 另外,在实施例中,进行通过升温步骤中的升温 and F₂清洁步骤中的F₂气体而除去水分,与此相对,在比较例中,仅通过水分除去步骤中的升温进行水分除去。因此,与比较例相比,实施例的情况而言,水分的除去效率高,能够缩短整个清洁处理全体所需要的时间。另外,与比较例相比,实施例的情况而言,能够确实地抑制处理室内的金属构件的腐蚀。

[0202] 另外,确认到与比较例相比,实施例的情况而言,能够确实地除去处理室内的堆积物,能够更加提高之后进行的成膜处理的品质。这是因为,在实施例中,在进行了低温(第一温度)的HF清洁步骤后,进行高温(第二温度)的F₂清洁步骤。与此相对,在比较例中,在进行高温的F₂清洁步骤后进行低温的HF清洁步骤。因此,处理室内的堆积物易于被改质。例如附着于炉口部的内壁等的非致密(脆)的SiO_x膜有时被退火从而被改质为致密的膜。另外例如, SiO_x膜等堆积物有时还会由于残留在处理室内的F₂气体而被改质从而成为SiOF膜。对于如上所述的致密的膜、SiOF膜HF气体等而言,难以被蚀刻,结果有时堆积物易于残留在处理室内。根据实施例,由于经HF清洁,先除去了附着于炉口部的内壁等的SiO_x膜,因此即便在之后的F₂清洁时,使处理室内成为高温,也不会向比较例那样,发生堆积物的残留。因此,能够提高清洁效率。

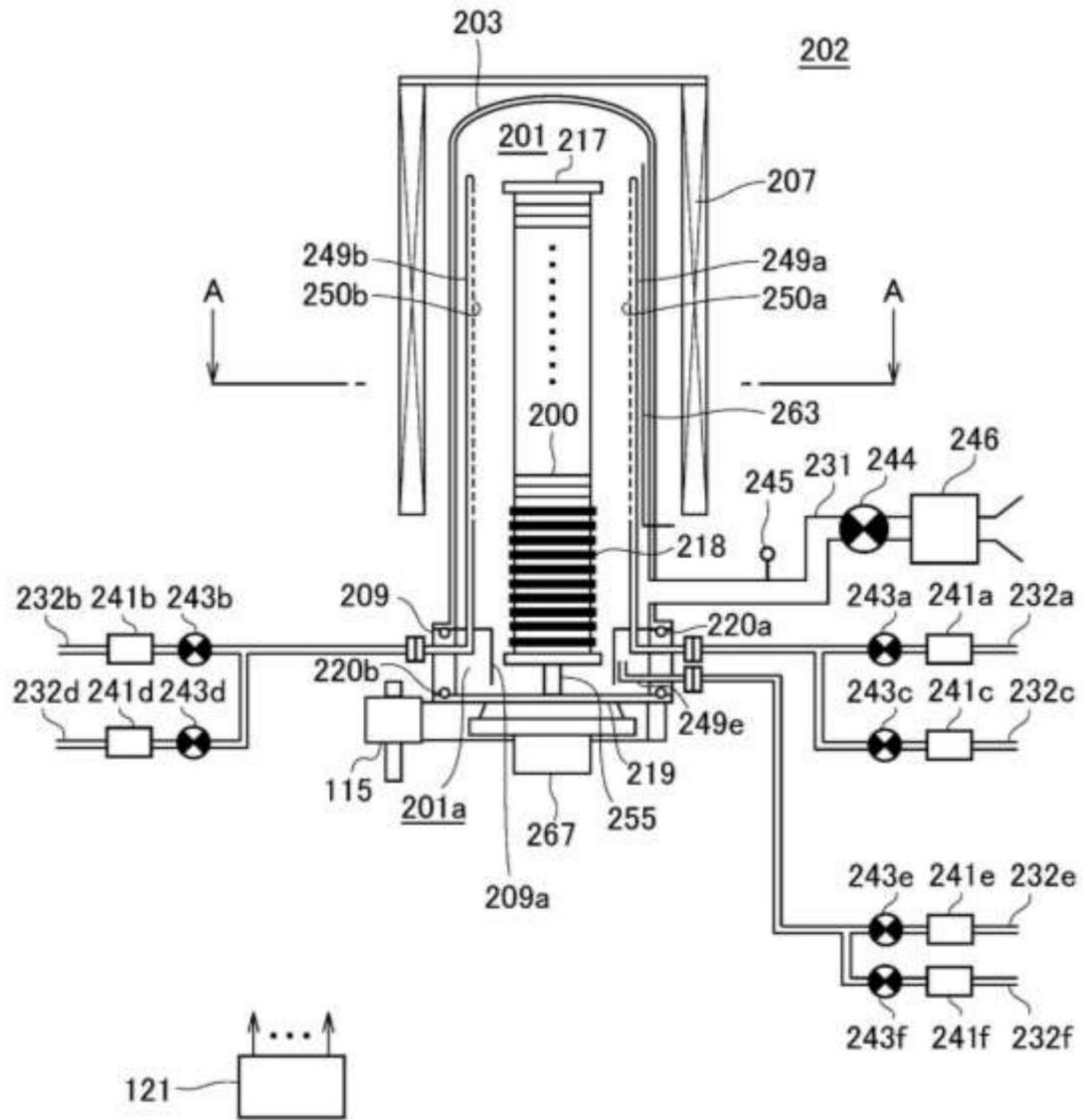


图1

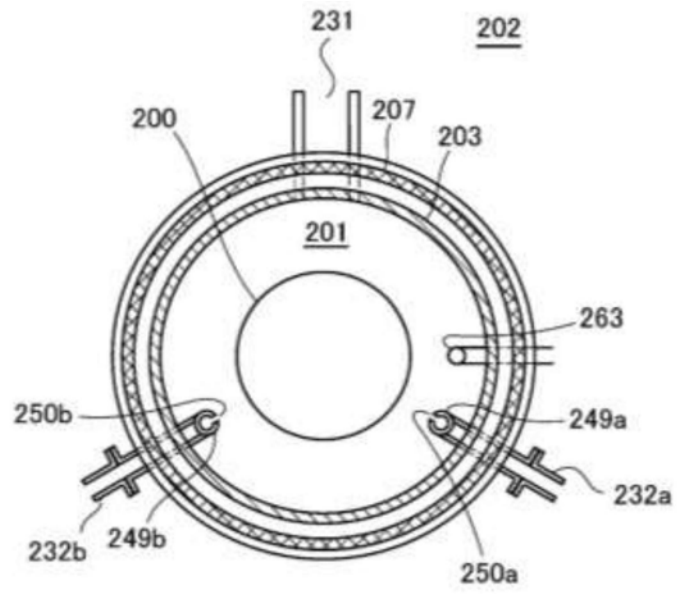


图2

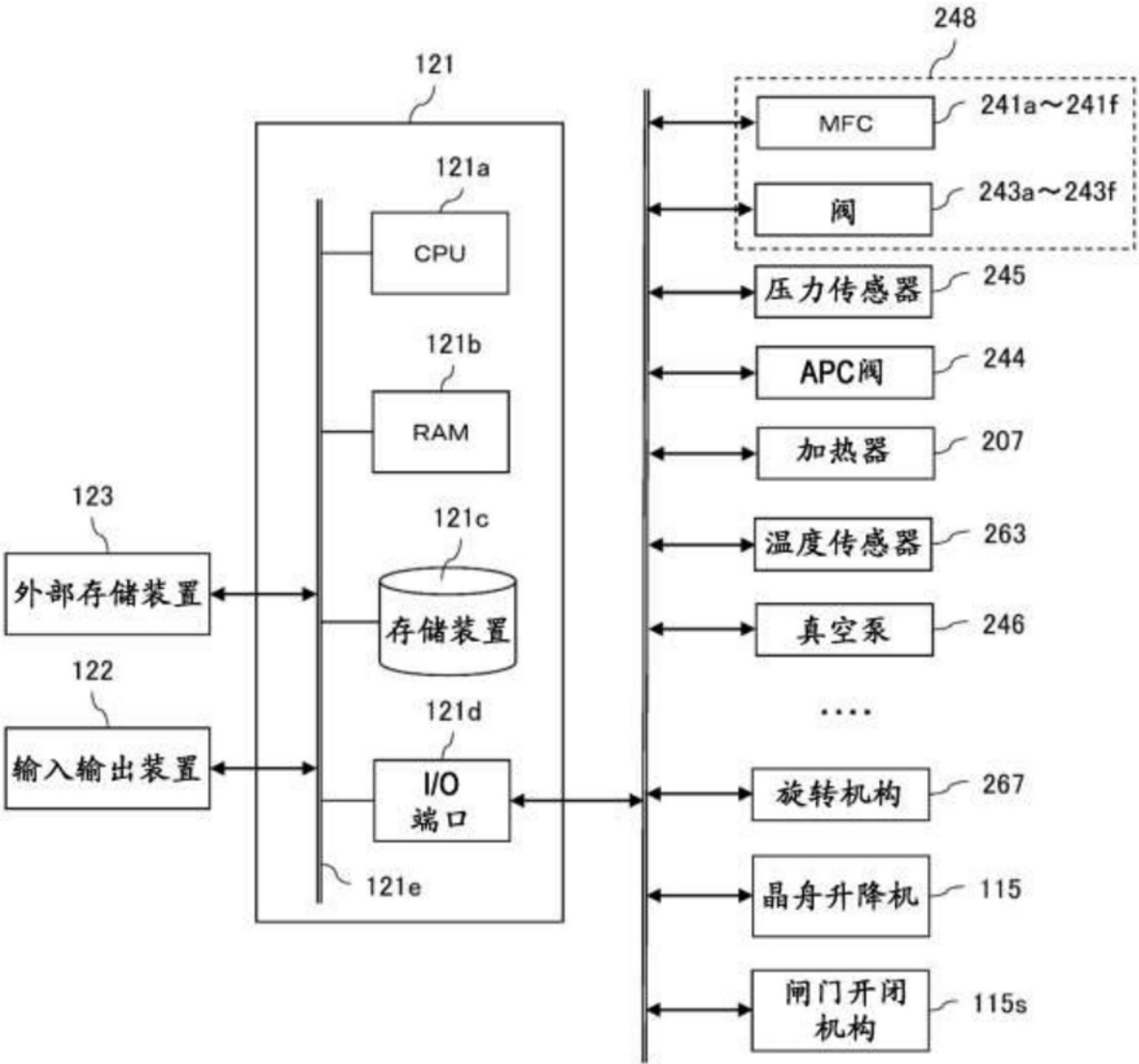


图3

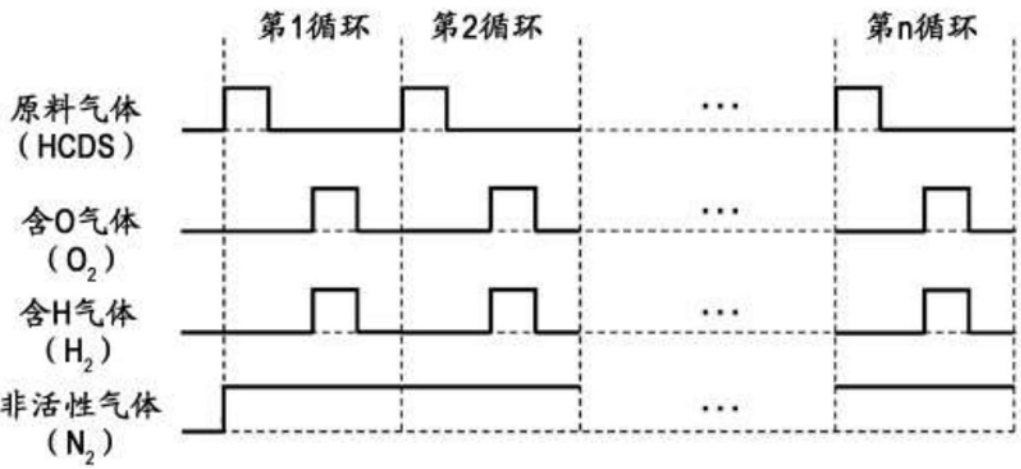


图4

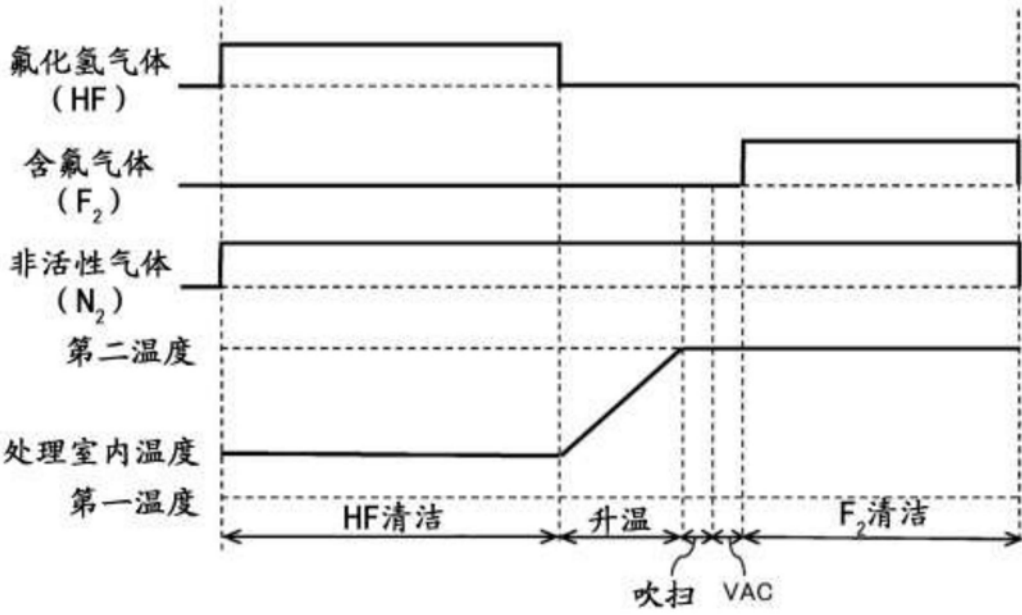


图5

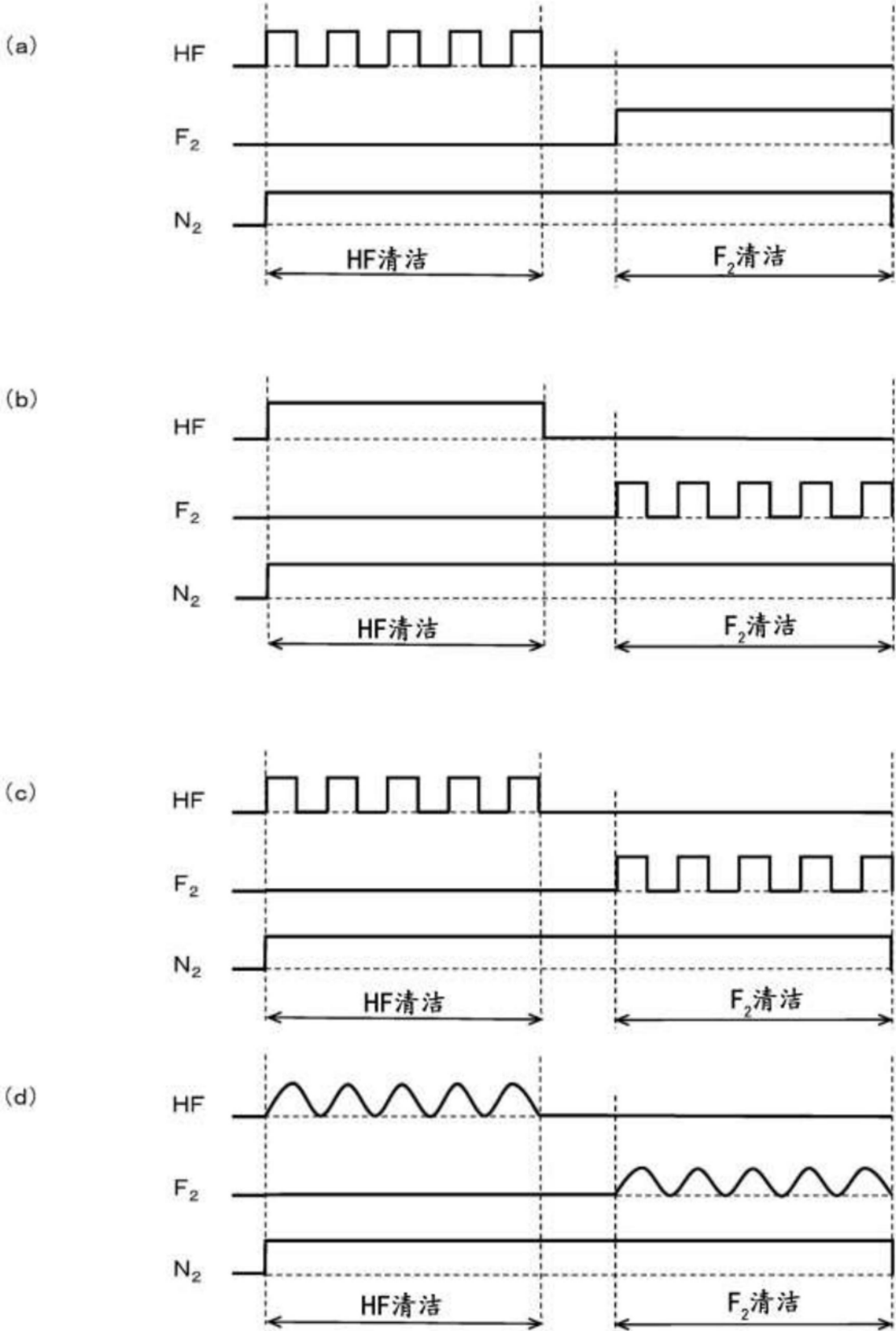


图6

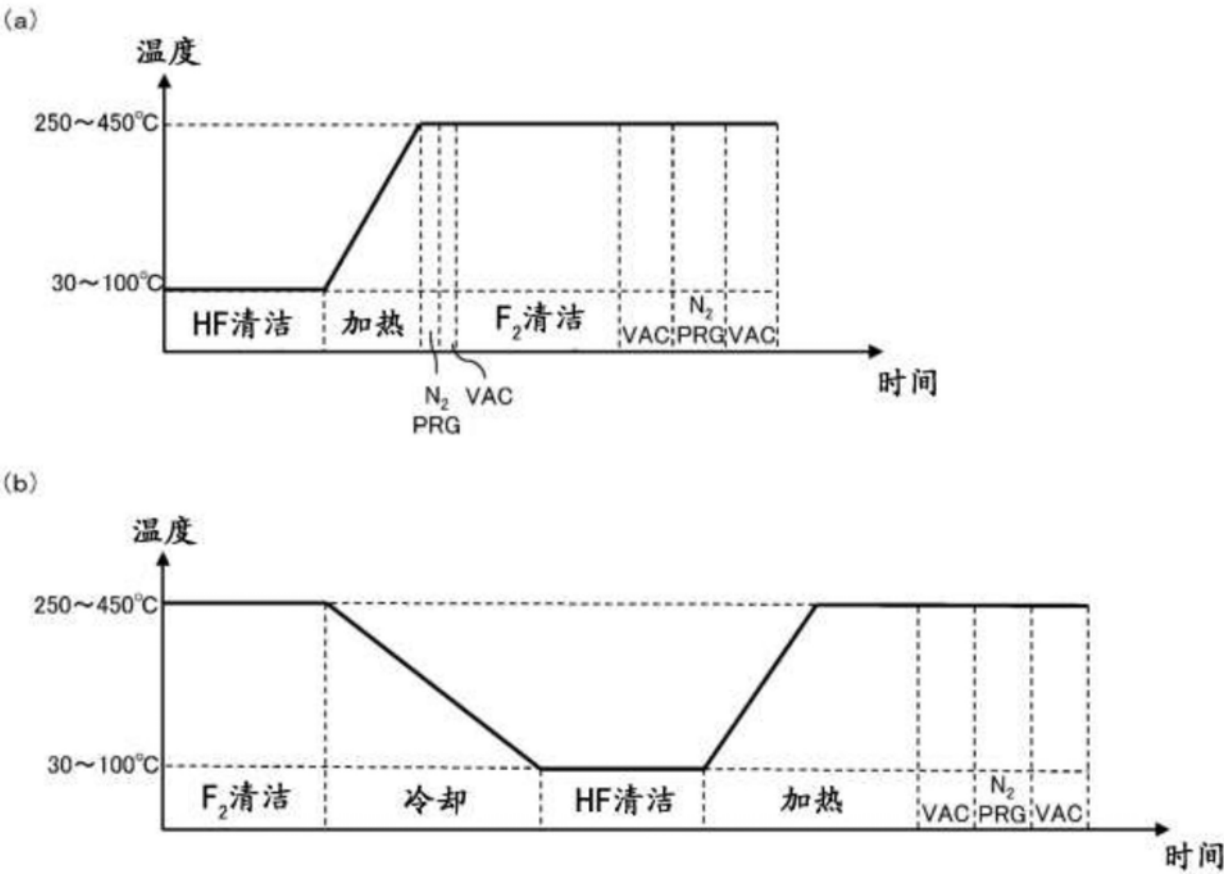
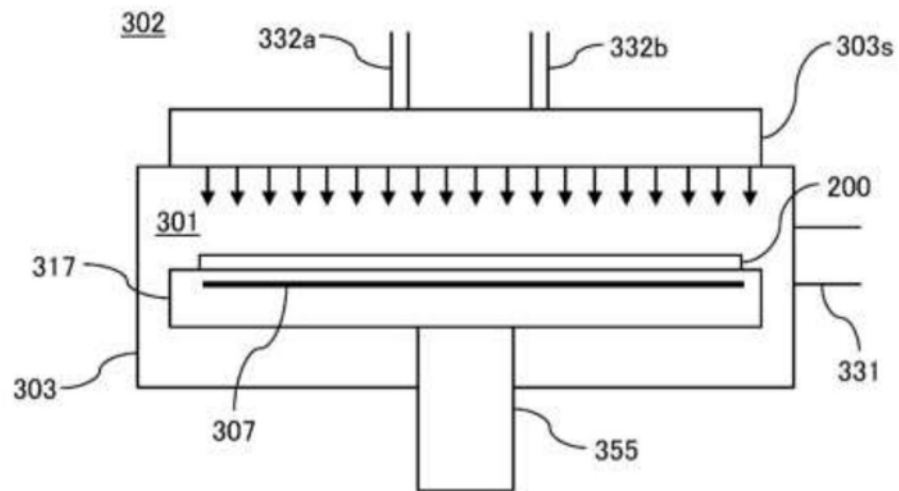


图7

(a)



(b)

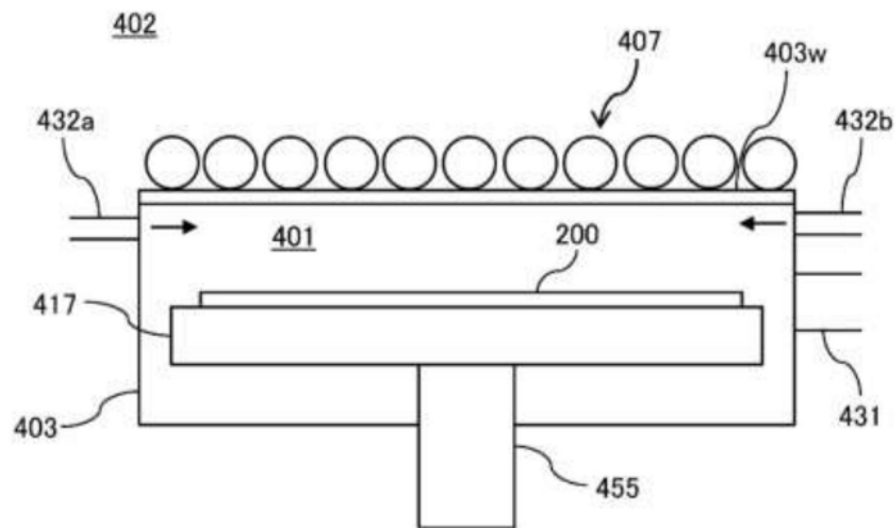


图8