



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111739779 A

(43)申请公布日 2020.10.02

(21)申请号 202010177044.7

(22)申请日 2020.03.13

(30)优先权数据

2019-056620 2019.03.25 JP

(71)申请人 株式会社国际电气

地址 日本东京都

(72)发明人 原大介 八幡橘 竹田刚

大野健治 山崎一彦

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限

公司 11243

代理人 张敬强 李平

(51)Int.Cl.

H01J 37/32(2006.01)

H01L 21/318(2006.01)

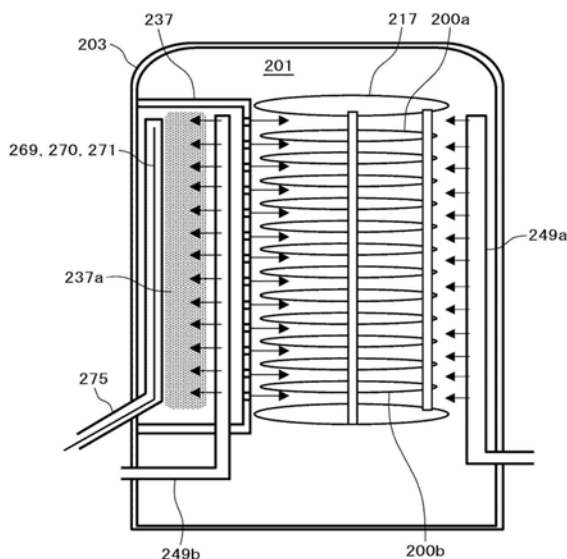
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

基板处理装置、半导体装置的制造方法以及存储介质

(57)摘要

本发明提供基板处理装置、半导体装置的制造方法以及存储介质,可以均匀地处理基板。基板处理装置具有:反应管,其处理多个基板;基板支撑部,其将多个基板积载多层而支撑;缓冲室,其至少横跨从支撑于基板支撑部的下端的基板的高度位置到上端的基板的高度位置,且沿着反应管的内壁设置,通过等离子将处理气体活化;以及等离子产生用的电极,其贯通反应管侧面而从缓冲室的下部向上部插入,且通过从电源被施加高频电力,在缓冲室的内部使处理气体活化。



1. 一种基板处理装置,其特征在于,具有:
反应管,其处理多个基板;
基板支撑部,其将上述多个基板积载多层而支撑;
缓冲室,其至少横跨从支撑于上述基板支撑部的下端的基板的高度位置到上端的基板的高度位置,且沿着上述反应管的内壁设置,通过等离子将处理气体活化;以及
等离子产生用的电极,其贯通上述反应管侧面而从上述缓冲室的下部向上部插入,且通过从电源被施加高频电力,在上述缓冲室的内部使上述处理气体活化。
2. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,
在上述缓冲室设有气体供给孔,该气体供给孔将进行了活化的上述处理气体向上述反应管的中心供给。
3. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,
上述电极具有连接于27MHz的高频电源的第一棒状电极和连接于基准电位的第二棒状电极,
上述第一棒状电极和上述第二棒状电极交替配置。
4. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,
上述电极具备连接于27MHz的高频电源的多个第一棒状电极和在上述多个第一棒状电极之间连接于基准电位的第二棒状电极。
5. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,具备:
隔热板,其支撑上述基板支撑部且构成为多层;以及
高频电源,其向上述电极施加27MHz的高频电源,
上述缓冲室横跨从支撑于上述基板支撑部的下端的基板的高度位置到上端的基板的高度位置,且沿着上述反应管的内壁设置,并且将上述缓冲室的底面设为上述隔热板的上端的位置,以使不会因上述高频电源施加上述高频电源而在上述缓冲室的下部的驻波产生区域产生等离子。
6. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,
具备通过覆盖上述电极来保护上述电极的电极保护管,
将上述电极保护管贯通上述反应管的侧面而从上述缓冲室的下部插入。
7. 根据权利要求6所述的基板处理装置,其特征在于,
上述电极保护管以使上述反应管的内壁侧的位置比外壁侧的位置高的方式贯通反应管的侧面。
8. 根据权利要求6所述的基板处理装置,其特征在于,
上述电极插入到贯通上述反应管的侧面而从上述缓冲室的下部插入的电极保护管。
9. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,
具备气体供给部,上述气体供给部贯通上述反应管的侧面而从上述缓冲室的底面插入,且将上述处理气体向上述缓冲室内供给。
10. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,
具备向上述缓冲室内供给上述处理气体的喷嘴,
上述喷嘴贯通反应管的侧面而从上述缓冲室的底面插入。
11. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,

具备通过覆盖上述电极来保护上述电极的电极保护管，
将上述电极保护管贯通上述反应管的侧面而从上述缓冲室的底面插入。

12. 根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于，
上述处理气体为含氮气体。

13. 一种半导体装置的制造方法，其特征在于，
具有以下工序：

将基板搬入基板处理装置的反应管的工序，其中，上述基板处理装置具有：上述反应管，其处理多个上述基板；基板支撑部，其将多个上述基板积载多层而支撑；缓冲室，其至少横跨从支撑于上述基板支撑部的下端的基板的高度位置到上端的基板的高度位置，且沿着上述反应管的内壁设置，通过等离子将处理气体活化；以及等离子产生用的电极，其贯通上述反应管侧面而从上述缓冲室的下部向上部插入，且通过从电源被施加高频电力，在上述缓冲室的内部使上述处理气体活化；

向上述缓冲室内供给上述处理气体的工序；

通过等离子将供给到上述缓冲室内的上述处理气体活化的工序；以及

将通过上述等离子进行了活化的上述处理气体供给至上述基板的工序。

14. 一种存储介质，其特征在，存储有通过计算机使基板处理装置执行以下步骤的程序：

将基板搬入基板处理装置的反应管的步骤，其中，上述基板处理装置具有：上述反应管，其处理多个上述基板；基板支撑部，其将多个上述基板积载多层而支撑；缓冲室，其至少横跨从支撑于上述基板支撑部的下端的基板的高度位置到上端的基板的高度位置，且沿着上述反应管的内壁设置，通过等离子将处理气体活化；以及等离子产生用的电极，其贯通上述反应管侧面而从上述缓冲室的下部向上部插入，且通过从电源被施加高频电力，在上述缓冲室的内部使上述处理气体活化；

向上述缓冲室内供给上述处理气体的步骤；

通过等离子将供给到上述缓冲室内的上述处理气体活化的步骤；以及

将通过上述等离子进行了活化的上述处理气体供给至上述基板的步骤。

基板处理装置、半导体装置的制造方法以及存储介质

技术领域

[0001] 本公开涉及基板处理装置、半导体装置的制造方法以及存储介质。

背景技术

[0002] 对于半导体装置的制造工序之一,有时进行如下基本处理:将原料气体、反应气体等通过等离子活化后供给至容纳于基板处理装置的处理室内的基板,在基板上形成绝缘膜、半导体膜、导体膜等各种膜、或者除去各种膜。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2011-216906号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 但是,有时根据生成等离子的缓冲室的结构不同而产生驻波,等离子密度变得不均匀。由于等离子变得不均匀,对晶圆的活性种气体供给也变得不稳定,对于晶圆成膜,有时产生膜厚均匀性、WER(湿法蚀刻速率)等问题。

[0008] 本公开的目的在于提供能够均匀地处理基板的技术。

[0009] 用于解决课题的方案

[0010] 根据本公开的一方案,其具有:

[0011] 反应管,其处理多个基板;

[0012] 基板支撑部,其将上述多个基板积载多层而支撑;

[0013] 缓冲室,其至少横跨从支撑于上述基板支撑部的下端的基板的高度位置到上端的基板的高度位置,且沿着上述反应管的内壁设置,通过等离子将处理气体活化;以及

[0014] 等离子产生用的电极,其贯通上述反应管侧面而从上述缓冲室的下部向上部插入,且通过从电源被施加高频电力,在上述缓冲室的内部使上述处理气体活化。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本公开,能够提供可以均匀地处理基板的技术。

附图说明

[0017] 图1是适用于本公开的实施方式的基板处理装置的立式处理炉的概略结构图,是用纵剖视图表示处理炉部分的图。

[0018] 图2是适用于本公开的实施方式的基板处理装置的立式处理炉的概略结构图,是用图1的A-A线剖视图表示处理炉部分的图。

[0019] 图3的(a)是用于说明适用于本公开的实施方式的基板处理装置的缓冲构造的横截面放大图,(b)是用于说明适用于本公开的实施方式的基板处理装置的缓冲构造的示意图。

[0020] 图4是适用于本公开的实施方式的基板处理装置的控制器的概略结构图,是用块图表示控制器的控制系统的图。

[0021] 图5是本公开的实施方式的基板处理工序的流程图。

[0022] 图6是表示本公开的实施方式的基板处理工序的气体供给的时机的图。

[0023] 图7是用于说明适用于本公开的实施方式的基板处理装置的效果的示意性结构图。

[0024] 图8是用于说明本公开的比较例的基板处理装置的示意性结构图。

[0025] 图9是用于说明等离子体的因行波和反射波而引起的驻波的图。

[0026] 图中:

[0027] 200—晶圆,201—处理室,203—反应管,217—晶舟,237—缓冲室,269、270、271—棒状电极,273—高频电源。

具体实施方式

[0028] 以下,参照图1至图6对本公开的一实施方式进行说明。

[0029] (1) 基板处理装置的结构

[0030] 如图1所示,处理炉202是能够在垂直方向上多层地容纳基板的所谓的立式炉,具有作为加热装置(加热机构)的加热器207。加热器207为圆筒形状,通过支撑于作为保持板的加热器底座(未图示)而垂直地安装。如后所述,加热器207还作为利用热使气体活化(激励)的活化机构(激励部)发挥作用。

[0031] (处理室)

[0032] 在加热器207的内侧,与加热器207同心圆状地配设有反应管203。反应管203由例如石英(SiO_2)或者碳化硅(SiC)等耐热性材料构成,形成为上端闭塞且下端开口的圆筒形状。在反应管203的下方,与反应管203同心圆状地配设有歧管(进口凸缘)209。歧管209由例如不锈钢(SUS)等金属构成,形成为上端以及下端开口的圆筒形状。歧管209的上端部与反应管203的下端部卡合,构成为对反应管203进行支撑。在歧管209与反应管203之间设有作为密封部件的O型环220a。歧管209支撑于加热器底座,由此反应管203成为垂直地安装的状态。主要由反应管203和歧管209构成处理容器(反应容器)。在处理容器的内侧即筒中空部形成有处理室201。处理室201构成为能够容纳多张作为基板的晶圆200。此外,处理容器不限于上述结构,也存在仅将反应管203称为处理容器的情况。

[0033] 在处理室201内,以贯通歧管209的侧壁的方式设有喷嘴249a、249b。气体供给管232a、232b分别与喷嘴249a、249b连接。这样,在处理炉202设有两个喷嘴249a、249b和两根气体供给管232a、232b,能够向处理室201内供给多种气体。

[0034] 在气体供给管232a、232b,从气体流的上游侧起依次分别设有作为流量控制器(流量控制部)的质量流量控制器(MFC)241a、241b以及作为开闭阀的阀243a、243b。在气体供给管232a、232b的比阀243a、243b靠下游侧分别连接有供给惰性气体的气体供给管232c、232d。在气体供给管232c、232d,从气体流的上游侧起依次分别设有MFC241c、241d以及阀243c、243d。

[0035] 如图2所示,喷嘴249a设置为:在反应管203的内壁与晶圆200之间的空间,沿着反应管203的内壁的从下部到上部,朝向晶圆200的积载方向上方立起。即,喷嘴249a在供晶圆

200排列(载置)的晶圆排列区域(载置区域)的侧方的水平包围晶圆排列区域的区域,以沿着晶圆排列区域的方式设置。即,喷嘴249a在搬入到处理室201内的各晶圆200的端部(周缘部)的侧方沿与晶圆200的表面(平坦面)垂直的方向设置。在喷嘴249a的侧面设有供给气体的气体供给孔250a。气体供给孔250a以朝向反应管203的中心的方式开口,能够朝向晶圆200供给气体。气体供给孔250a从反应管203的下部到上部设有多个,分别具有相同的开口面积,并且以相同的开口间距设置。

[0036] 在气体供给管232b的前端部连接有喷嘴249b。喷嘴249b设于作为气体分散空间的缓冲室237内。如图2所示,就缓冲室237而言,在反应管203的内壁与晶圆200之间的俯视为圆环状的空间,且在反应管203的内壁的从下部到上部的部分,沿着晶圆200的积载方向设置。更详细而言,缓冲室237在支撑于晶舟217的下端的晶圆200与上端的晶圆200的高度位置沿着反应管203的内壁形成。即,缓冲室237在晶圆排列区域的侧方的水平包围晶圆排列区域的区域,以沿着晶圆排列区域的方式通过缓冲构造(隔壁)300形成。缓冲构造300由石英或SiC等耐热性材料的绝缘物构成,在缓冲构造300的形成为圆弧状的壁面形成有供给气体的气体供给口302、304。如图2及图3所示,气体供给口302、304在与后述的棒状电极269、270间、棒状电极270、271间的等离子生成区域224a、224b对置的位置分别以朝向反应管203的中心的方式开口,能够朝向晶圆200供给气体。气体供给口302、304从反应管203的下部到上部设有多个,分别具有相同的开口面积,并且以相同的开口间距设置。下端的气体供给口302、304与缓冲室237的底面之间的距离和上端的气体供给口302、304与缓冲室237的上表面之间的距离为相同程度。

[0037] 喷嘴249b设置为,沿着反应管203的内壁的从下部至上部,朝向晶圆200的积载方向上方立起。即,喷嘴249b在缓冲构造300的内侧且供晶圆200排列的晶圆排列区域的侧方的水平包围晶圆排列区域的区域,以沿着晶圆排列区域的方式设置。即,喷嘴249b在搬入到处理室201内的晶圆200的端部的侧方沿与晶圆200的表面垂直的方向设置。在喷嘴249b的侧面设有供给气体的气体供给孔250b。气体供给孔250b以朝向缓冲构造300的相对于形成为圆弧状的壁面沿径向形成的壁面的方式开口,能够朝向壁面供给气体。由此,反应气体在缓冲室237内分散,不会直接吹到棒状电极269~271,可抑制颗粒的产生。气体供给孔250b与气体供给孔250a同样地从反应管203的下部到上部设有多个。

[0038] 这样,在本实施方式中,经由喷嘴249a、249b、249c以及缓冲室237搬送气体,上述的喷嘴249a、249b以及缓冲室237配置于由反应管203的侧壁的内壁和排列于反应管203内的多个晶圆200的端部定义的在俯视下为圆环状的纵长的空间内、即圆筒状的空间内。于是,从分别开设于喷嘴249a、249b、以及缓冲室237的气体供给孔250a、250b、气体供给口302、304在晶圆200的附近初次向反应管203内喷出气体。而且,将反应管203内的气体的主要的流设为与晶圆200的表面平行的方向、即水平方向。通过设为这样的结构,能够向各晶圆200均匀地供给气体,能够提高形成于各晶圆200的膜的膜厚的均匀性。在晶圆200的表面上流动的气体、即反应后的剩余气体朝向排气口、即后述的排气管231的方向流动。其中,该剩余气体的流动的方向根据排气口的位置适当特定,不限于垂直方向。

[0039] 作为包含预定元素的原料,例如包含作为预定元素的硅(Si)的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。

[0040] 原料气体是气体状态的原料,例如,通过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。在本说明书中,使用“原料”这一词时,有时表示“为液体状态的液体原料”,有时表示“为气体状态的原料气体”,或者有时表示它们双方。

[0041] 作为硅烷原料气体,例如能够使用包含Si以及卤素元素的原料气体、即卤硅烷原料气体。卤硅烷原料是指具有卤素基的硅烷原料。卤素元素包含从由氯(Cl)、氟(F)、溴(Br)、碘(I)构成的组中选择的至少一个。即,卤硅烷原料包含从由氯基、氟基、溴基、碘基构成的组中选择的至少一个卤素基。卤硅烷原料也可以说是卤化物的一种。

[0042] 作为卤硅烷原料气体,例如能够使用包含Si以及Cl的原料气体、即氯硅烷原料气体。作为氯硅烷原料气体,例如能够使用二氯硅烷(SiH_2Cl_2 、简称:DCS)气体。

[0043] 构成为,作为包含与上述的预定元素不同的元素的反应物(反应体),例如作为反应气体的含氮(N)气体经由MFC241b、阀243b、喷嘴249b从气体供给管232b向处理室201内供给。作为含N气体,例如能够使用氮化氢类气体。氮化氢类气体也可以说是仅由N以及H两种元素构成的物质,作为氮化气体、即N源发挥作用。作为氮化氢类气体,例如能够使用氨(NH_3)气体。

[0044] 作为惰性气体,例如氮(N_2)气体从气体供给管232c、232d分别经由MFC241c、241d、阀243c、243d、气体供给管232a、232b、喷嘴249a、249b向处理室201内供给。

[0045] 主要由气体供给管232a、MFC241a、阀243a构成作为第一气体供给系统的原料供给系统。主要由气体供给管232b、MFC241b、阀243b构成作为第二气体供给系统的反应体供给系统(反应物供给系统)。主要由气体供给管232c、232d、MFC241c、241d、阀243c、243d构成惰性气体供给系统。也将原料供给系统、反应体供给系统以及惰性气体供给系统总称地简称为气体供给系统(气体供给部)。

[0046] (等离子生成部)

[0047] 如图2及图3所示,在缓冲室237内,由导电体构成且具有细长的构造的三根棒状电极269、270、271从反应管203的下部到上部沿着晶圆200的积载方向配设。棒状电极269、270、271分别与喷嘴249b平行地设置。

[0048] 棒状电极269、270、271分别通过从上部到下部被电极保护管275覆盖而被保护。棒状电极269、270、271中的配置于两端的棒状电极269、271经由整合器272与27MHz的高频电源273连接,棒状电极270与作为基准电位的大地连接而接地。即,与高频电源273连接的棒状电极和接地的棒状电极交替配置,配置于与高频电源273连接的棒状电极269、271之间的棒状电极270作为接地的棒状电极相对于棒状电极269、271共通地被使用。换言之,接地的棒状电极270以被相邻的且与高频电源273连接的棒状电极269、271夹着的方式配置,构成为棒状电极269和棒状电极270、同样地棒状电极271和棒状电极270分成对,并且生成等离子。也就是,接地的棒状电极270相对于与棒状电极270相邻的两根与高频电源273连接的棒状电极269、271共通地被使用。于是,通过从高频电源273向棒状电极269、271施加高频(RF)电力,在棒状电极269、270间的等离子生成区域224a、棒状电极270、271间的等离子生成区域224b生成等离子。主要由棒状电极269、270、271、电极保护管275构成作为等离子源的等离子生成部(等离子生成装置)。也可以将整合器272、高频电源273包含于等离子源来考虑。如后所述,等离子源作为使气体等离子激励、即激励(活化)成等离子状态的等离子激励部(活化机构)发挥功能。

[0049] 电极保护管275构成为,能够将各个棒状电极269、270、271以与缓冲室237内的气氛隔离的状态向缓冲室237内插入。若电极保护管275的内部的O₂浓度与外部空气(大气)的O₂浓度为相同程度,则分别插入到电极保护管275内的棒状电极269、270、271因加热器207的热而被氧化。因此,通过在电极保护管275的内部充填有N₂气体等惰性气体,或者使用惰性气体净化机构用N₂气体等惰性气体对电极保护管275的内部进行净化,能够降低电极保护管275的内部的O₂浓度,防止棒状电极269、270、271的氧化。

[0050] 在反应管203设有排出处理室201内的气氛的排气管231。在排气管231,经由检测处理室201内的压力的作为压力检测器(压力检测部)的压力传感器245以及作为排气阀(压力调整部)的APC(Auto Pressure Controller)阀244而连接有作为真空排气装置的真空泵246。APC阀244为以如下方式构成的阀:通过在真空泵246工作的状态下对阀进行开闭,能够进行处理室201内的真空排气以及真空排气停止,而且,通过在真空泵246工作的状态下,基于由压力传感器245检测出的压力信息对阀开度进行调节,能够调整处理室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。也可以将真空泵246包含于排气系统来考虑。排气管231不限于设置于反应管203的情况,也可以与喷嘴249a、249b同样地设置于歧管209。

[0051] 在歧管209的下方设有能够气密地闭塞歧管209的下端开口的作为炉口盖体的密封盖219。密封盖219构成为从垂直方向下侧与歧管209的下端抵接。密封盖219例如由SUS等金属构成,形成为圆盘状。在密封盖219的上表面设有与歧管209的下端抵接的作为密封部件的O型环220b。在密封盖219的与处理室201相反的一侧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旋转而使晶圆200旋转。密封盖219构成为通过垂直设置于反应管203的外部的作为升降机构的晶舟升降机115而在垂直方向上升降。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内外搬入以及搬出。晶舟升降机115构成为将晶舟217即晶圆200在处理室201内外搬送的搬送装置(搬送机构)。另外,在歧管209的下方设有能够在通过晶舟升降机115使密封盖219下降的期间气密地闭塞歧管209的下端开口的作为炉口盖体的闸门219s。闸门219s例如由SUS等金属构成,形成为圆盘状。在闸门219s的上表面设有与歧管209的下端抵接的作为密封部件的O型环220c。闸门219s的开闭动作(升降动作、转动动作等)由闸门开闭机构115s控制。

[0052] (基板支撑件)

[0053] 如图1所示,作为基板支撑件(基板支撑部)的晶舟217构成为,将多个、例如25~200个晶圆200以水平姿势且以互相对齐中心的状态在垂直方向上排列而支撑多层,即,空出预定的间隔排列。晶舟217由例如石英、SiC等耐热性材料构成。在晶舟217的下部支撑有多层由例如石英、SiC等耐热性材料构成的隔热板218。

[0054] 如图2所示,在反应管203的内部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检测出的温度信息调整对加热器207的通电情况,从而使处理室201内的温度成为所期望的温度分布。温度传感器263与喷嘴249a、249b同样地沿着反应管203的内壁设置。

[0055] (控制装置)

[0056] 接下来,使用图4对控制装置进行说明。如图4所示,作为控制部(控制装置)的控制

器121构成为具备CPU(Central Processing Unit)121a、RAM(Random Access Memory)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构成为能够经由内部总线121e与CPU121a进行数据交换。在控制器121连接有构成为例如触控面板等的输入输出装置122。

[0057] 存储装置121c由例如闪存、HDD(Hard Disk Drive,硬盘驱动器)等构成。在存储装置121c内可读地存储有控制基板处理装置的动作的控制程序、记载有后述的成膜处理的步骤、条件等的工艺配方等。工艺配方是将后述的各种处理(成膜处理)中的各步骤以能够使控制器121执行并得到预定的结果的方式组合而成的,作为程序发挥功能。以下,将工艺配方、控制程序等总称地简称为程序。另外,也将工艺配方简称为配方。本说明书中使用程序这一词时,有时仅包括配方单体、有时仅包括控制程序单体、或者有时包括它们双方。RAM121b构成为临时保存由CPU121a读出的程序、数据等的存储区域(工作区)。

[0058] I/O端口121d与上述的MFC241a~241d、阀243a~243d、压力传感器245、APC阀244、真空泵246、加热器207、温度传感器263、整合器272、高频电源273、旋转机构267、晶舟升降机115、闸门开闭机构115s、第一箱331a、第二箱331b、第一压力计332a、第二压力计332b、第一阀333a、第二阀333b、第一气动阀334a、第二气动阀334b、调压用调节器345等连接。

[0059] 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的操作指令的输入等从存储装置121c读出配方。CPU121a构成为:以按照读出的配方的内容的方式,控制对旋转机构267的控制、MFC241a~241d对各种气体的流量调整动作、阀243a~243d的开闭动作、基于阻抗监视的高频电源273的调整动作、APC阀244的开闭动作以及基于压力传感器245的APC阀244的压力调整动作、真空泵246的启动及停止、基于温度传感器263的加热器207的温度调整动作、旋转机构267对晶舟217的正反旋转、旋转角度以及旋转速度调节动作、晶舟升降机115对晶舟217的升降动作、第一箱331a以及第二箱331b的加热动作、基于第一压力计332a的第一阀333a的开闭动作、基于第二压力计332b的第二阀333b的开闭动作、第一气动阀334a以及第二气动阀334b的开闭动作、调压用调节器345的压力调整动作等。

[0060] 控制器121能够通过将存储于外部存储装置(例如、硬盘等磁盘、CD等光盘、MO等光磁盘、USB存储器等半导体存储器)123的上述程序安装于计算机而构成。存储装置121c、外部存储装置123构成为计算机可读的存储介质。以下,也将它们总称地简称为存储介质。本说明书中使用存储介质这一词时,有时仅包括存储装置121c单体,有时仅包括外部存储装置123单体,或者有时包括它们双方。此外,对计算机的程序的提供也可以不使用外部存储装置123,而使用互联网、专用线路等通信手段。

[0061] (2) 基板处理工序

[0062] 接着,使用基板处理装置100,作为半导体装置的制造工序的一工序,对在晶圆200上形成薄膜的工序参照图5及图6进行说明。在以下的说明中,构成基板处理装置的各部的动作由控制器121控制。

[0063] 在此,对如下例子进行说明,即,将供给作为原料气体的DCS气体的步骤和供给作为反应气体的进行了等离子激励的NH₃气体的步骤非同时地、即不同步地进行预定次数(一次以上),从而在晶圆200上形成作为包含Si以及N的膜的硅氮化膜(SiN膜)。另外,例如,也可以在晶圆200上预先形成有预定的膜。另外,也可以在晶圆200或预定的膜预先形成有预

定的图案。

[0064] 在本说明书中,为了方便,有时也将图6所示的成膜处理的工艺流程如下表示。

[0065] $(DCS \rightarrow NH_3^*) \times n \Rightarrow SiN$

[0066] 在本说明书中,在使用“晶圆”这一词时,有时表示晶圆本身,有时表示晶圆与形成于其表面的预定的层或膜的层叠体。在本说明书中使用“晶圆的表面”这一词时,有时表示晶圆本身的表面,有时表示形成于晶圆上的预定的层等的表面。在本说明书中记载为“在晶圆上形成预定的层”时,有时表示在晶圆本身的表面上直接形成预定的层,有时表示在形成于晶圆上的层等之上形成预定的层。在本说明书中使用“基板”这一词时,与使用“晶圆”这一词时同义。

[0067] (搬入步骤:S1)

[0068] 当将多个晶圆200装填于晶舟217(晶圆装料)时,通过闸门开闭机构115s使闸门219s移动,歧管209的下端开口开放(闸门打开)。之后,如图1所示,支撑有多个晶圆200的晶舟217被晶舟升降机115提起而搬入处理室201内(晶舟装载)。在该状态下,密封盖219成为经由O型环220b密封歧管209的下端的状态。

[0069] (压力/温度调整步骤:S2)

[0070] 处理室201的内部、即存在晶圆200的空间被真空泵246真空排气(减压排气),以成为所期望的压力(真空度)。这时,处理室201内的压力由压力传感器245测定,且基于该测定出的压力信息,对APC阀244进行反馈控制。真空泵246至少在后述的成膜步骤结束为止的期间始终维持工作的状态。

[0071] 另外,处理室201内的晶圆200被加热器207加热,以成为所期望的温度。这时,基于温度传感器263检测出的温度信息,对向加热器207的通电情况进行反馈控制,以使处理室201内成为所期望的温度分布。加热器207对处理室201内的加热至少在后述的成膜步骤结束为止的期间持续进行。需要说明的是,在室温以下的温度条件下进行成膜步骤的情况下,也可以不进行加热器207对处理室201内的加热。此外,在仅进行这样的温度下的处理时,不需要加热器207,也可以在基板处理装置不设置加热器207。在该情况下,能够简化基板处理装置的结构。

[0072] 接着,开始基于旋转机构267进行的晶舟217以及晶圆200的旋转。基于旋转机构267进行的晶舟217以及晶圆200的旋转至少在成膜步骤结束为止的期间持续进行。

[0073] (原料气体供给步骤:S3、S4)

[0074] 在步骤S3中,对处理室201内的晶圆200供给DCS气体。

[0075] 打开阀243a,使DCS气体向气体供给管232a内流动。DCS气体由MFC241a进行流量调整,经由喷嘴249a从气体供给孔250a向处理室201内供给,并从排气管231排出。这时,同时打开阀243c,使N₂气体向气体供给管232c内流动。N₂气体由MFC241c进行流量调整,与DCS气体一起向处理室201内供给,并从排气管231排排出。

[0076] 另外,为了抑制DCS气体侵入喷嘴249b内,打开阀243d,使N₂气体向气体供给管232d内流动。N₂气体经由气体供给管232b、喷嘴249b向处理室201内供给,并从排气管231排出。

[0077] 由MFC241a控制的DCS气体的供给流量设为例如1sccm以上且6000sccm以下、优选3000sccm以上且5000sccm以下的范围内的流量。由MFC241c、241d控制的N₂气体的供给流量

分别设为例如100sccm以上且10000sccm以下的范围内的流量。处理室201内的压力设为例如1Pa以上且2666Pa以下、优选665Pa以上且1333Pa以下的范围内的压力。将晶圆200暴露于DCS气体的时间例如每一周期设为20秒左右的时间。此外,将晶圆200暴露于DCS气体的时间根据膜厚不同而不同。

[0078] 加热器207的温度设定为如下温度:使晶圆200的温度成为例如0℃以上且700℃以下、优选室温(25℃)以上且550℃以下、更优选40℃以上且500℃以下的范围内的温度。如本实施方式这样,通过将晶圆200的温度设为700℃以下、进一步地550℃以下、更进一步地500℃以下,能够降低施加于晶圆200的热量,能够良好地进行晶圆200承受的热历史的控制。

[0079] 通过在上述条件下对晶圆200供给DCS气体,在晶圆200(表面的基础膜)上形成含Si层。含Si层除了Si层之外,还可以含有Cl、H。含Si层在晶圆200的最表面通过DCS物理吸附、DCS的一部分分解而得到的物质化学吸附、因DCS热分解而Si沉积等形成。即,含Si层也可以是DCS、DCS的一部分分解而得到的物质的吸附层(物理吸附层、化学吸附层),也可以是Si的沉积层(Si层)。

[0080] (净化气体供给步骤:S4)

[0081] 形成含Si层后,关闭阀243a,停止向处理室201内供给DCS气体。此时,APC阀244保持打开,通过真空泵246对处理室201内进行真空排气,从处理室201内排除残留于处理室201内的未反应或者参与了含Si层的形成后的DCS气体、反应副生成物等(S4)。另外,阀243c、243d保持打开,维持向处理室201内供给N₂气体。N₂气体作为净化气体(惰性气体)发挥作用。此外,也可以省略该步骤S4。

[0082] 作为原料气体,除了DCS气体之外,能够适当使用四烷基二甲基氨基硅烷(Si[N(CH₃)₂]₄,简称:4DMAS)气体、三二甲基氨基硅烷(Si[N(CH₃)₂]₃H,简称:3DMAS)气体、双二甲基氨基硅烷(Si[N(CH₃)₂]₂H₂,简称:BDMAS)气体、双二乙基氨基硅烷(Si[N(C₂H₅)₂]₂H₂,简称:BDEAS)、双酯丁基氨基硅烷(SiH₂[NH(C₄H₉)]₂,简称:BTBAS)气体、二甲基氨基硅烷(DMAS)气体、二乙基氨基硅烷(DEAS)气体、二丙基氨基硅烷(DPAS)气体、二异丙基氨基硅烷(DIPAS)气体、丁基氨基硅烷(BAS)气体、六甲基二硅氮烷(HMDS)气体等各种氨基硅烷原料气体、一氯硅烷(SiH₃Cl,简称:MCS)气体、三氯硅烷(SiHCl₃,简称:TCS)气体、四氯硅烷(SiCl₄,简称:STC)气体、六氯乙硅烷(Si₂Cl₆,简称:HCDS)气体、八氯三硅烷(Si₃Cl₈,简称:OCTS)气体等无机类卤硅烷原料气体、甲硅烷(SiH₄,简称:MS)气体、乙硅烷(Si₂H₆,简称:DS)气体、丙硅烷(Si₃H₈,简称:TS)气体等不含有卤素基的无机类硅烷原料气体。

[0083] 作为惰性气体,除了N₂气体之外,还能够使用Ar气体、He气体、Ne气体、Xe气体等稀有气体。

[0084] (反应气体供给步骤:S5、S6)

[0085] 成膜处理结束后,对处理室201内的晶圆200供给作为反应气体的进行了等离子激励的NH₃气体(S5)。

[0086] 在该步骤中,按照与步骤S3中的阀243a、243c、243d的开闭控制相同的顺序进行阀243b~243d的开闭控制。NH₃气体由MFC241b进行流量调整,并经由喷嘴249b向缓冲室237内供给。此时,向棒状电极269、270、271间供给高频电力。供给到缓冲室237内的NH₃气体被激励成等离子状态(通过等离子化而活化),作为活性种(NH₃*)向处理室201内供给,并从排气管231排出。

[0087] 由MFC241b控制的NH₃气体的供给流量例如设为100sccm以上且1000sccm以下、优选1000sccm以上且2000sccm以下的范围内的流量。对棒状电极269、270、271施加的高频电力设为例如50W以上且600W以下的范围内的电力。处理室201内的压力设为例如1Pa以上且500Pa以下的范围内的压力。通过使用等离子,即使将处理室201内的压力设为这样的比较低的压力带,也能够使NH₃气体活化。对晶圆200供给通过将NH₃气体等离子激励而得到的活性种的时间、即气体供给时间(照射时间)设为例如1秒以上且180秒以下、优选1秒以上且60秒以下的范围内的时间。其它处理条件设为与上述的S3相同的处理条件。

[0088] 通过在上述的条件下对晶圆200供给NH₃气体,形成于晶圆200上的含Si层被等离子氮化。这时,通过进行了等离子激励的NH₃气体的能量,含Si层具有的Si-Cl结合、Si-H结合切断。断开与Si的结合而得到的Cl、H从含Si层脱离。然后,因Cl等脱离而具有悬挂键(悬空键)的含Si层中的Si与NH₃气体含有的N结合,形成Si-N结合。通过该反应进行,含Si层变化(改性)为含有Si以及N的层、即硅氮化层(SiN层)。

[0089] 此外,为了将含Si层改性为SiN层,需要将NH₃气体进行等离子激励而供给。这是因为,即使在非等离子的气氛下供给NH₃气体,在上述的温度带下,使含Si层氮化所需的能量也不足,难以使Cl、H从含Si层充分脱离、使含Si层充分氮化而增加Si-N结合。

[0090] (净化气体供给步骤:S6)

[0091] 使含Si层变化为SiN层后,关闭阀243b,停止NH₃气体的供给。另外,停止向棒状电极269、270、271间供给高频电力。然后,通过与步骤S4相同的处理顺序、处理条件,将残留于处理室201内的NH₃气体、反应副生成物从处理室201内排除(S6)。此外,也可以是省略该步骤S6。

[0092] 作为氮化剂、即进行等离子激励的含N气体,除了NH₃气体之外,也可以使用二氮烯(N₂H₂)气体、肼(N₂H₄)气体、N₃H₈气体等。

[0093] 作为惰性气体,除了N₂气体之外,例如能够使用步骤S4所例示的各种稀有气体。

[0094] (实施预定次数:S7)

[0095] 将对于上述的S3、S4、S5、S6按照该顺序非同时地、即不同步地进行作为一个周期,将该周期进行预定次数(n次)、即一次以上(S7),由此能够在晶圆200上形成预定组成以及预定膜厚的SiN膜。上述的周期优选重复多次。即,优选的是,使每一周期形成的SiN层的厚度比所期望的膜厚小,直至通过层叠SiN层使形成的SiN膜的膜厚成为所期望的膜厚为止,重复多次上述的周期。

[0096] (大气压恢复步骤:S8)

[0097] 在上述成膜处理结束后,从气体供给管232c、232d分别向处理室201内供给作为惰性气体N₂气体,并从排气管231排出。由此,处理室201内被惰性气体净化,残留于处理室201内的气体等从处理室201内被除去(惰性气体净化)。之后,处理室201内的气氛被置换为惰性气体(惰性气体置换),处理室201内的压力恢复为常压(S8)。

[0098] (搬出步骤:S9)

[0099] 之后,通过晶舟升降机115将密封盖219下降,歧管209的下端开口,并且处理完毕的晶圆200在支撑于晶舟217的状态下从歧管209的下端搬出至反应管203的外部(晶圆卸载)(S9)。晶圆卸载后,使闸门219s移动,歧管209的下端开口经由O型环220c被闸门219s密封(闸门关闭)。处理完毕的晶圆200被搬出到反应管203的外部后,从晶舟217取出(晶圆卸

料)。此外,晶圆卸料后,也可以向处理室201内搬入空的晶舟217。

[0100] 接下来,使用图6~9在上述的步骤S5中对缓冲室237的效果进行说明。

[0101] 在图7、8中为如下情况: NH_3 气体从喷嘴249b向缓冲室237内供给,通过供给到棒状电极269、270、271间的高频电力被激励成等离子状态,作为活性种 (NH_3^*) 气体供给至处理室201内,且为了抑制活性种气体侵入喷嘴249a内,从喷嘴249a向处理室201内供给 N_2 气体。在图7、8中,箭头的方向表示气体流动的方向。

[0102] 在等离子生成装置中常使用频率13.56MHz的电源,但为了提高等离子密度,优选采用频率27MHz ($27\text{MHz} \pm 1.0\%$ 、例如27.12MHz) 的电源,但是,在采用了27MHz的电源的情况下,如图8的比较例所示地,在缓冲室237的底面位于喷嘴249b的下方的反应管形状下,在缓冲室237下部的等离子产生区域237a产生驻波SW,而导致不稳定放电,等离子密度变得不均匀。将产生该驻波SW的区域称为驻波产生区域237b。由于等离子变得不均匀,从而对晶圆的活性种气体供给也变得不稳定,对于晶圆成膜而言,产生膜厚均匀性、WER等问题。此外,如图9所示,等离子源为行波PW以及反射波RW的共振构造,将通过共振得到的波称为驻波SW。放电不均具有频率依赖性,频率越增加,定期发生放电不均(图9的白圈)的距离越短。

[0103] 在本实施方式中,为了不会在图8所示的缓冲室237的下部的驻波产生区域237b产生等离子,如图7所示地,缓冲室237在支撑于晶舟217的下端的晶圆200b与上端的晶圆200a的高度位置沿着反应管203的内壁形成,且构成为将缓冲室237的底面提升至支撑于晶舟217的下部的上端的隔热板的位置。另外,构成为,使电极保护管275贯通反应管203的侧面而从缓冲室237的下部插入,且使喷嘴249b贯通反应管203的侧面而从缓冲室237的底面插入。电极保护管275贯通反应管203的侧面时,电极保护管275的反应管203的内壁侧的位置比外壁侧的位置更高。由此,通过将缓冲室237的下部设于支撑于晶舟217的下端的晶圆200b的位置,将缓冲室237的上部设于支撑于晶舟217的上端的晶圆200a的位置,从而使缓冲室最小化,能够降低在27MHz产生的驻波的影响(发生放电不均)。

[0104] 此外,与喷嘴249b同样地,电极保护管275也可以贯通反应管203的侧面而从缓冲室237的底面插入。

[0105] 以上,对本公开的实施方式进行了具体说明。但是,本公开并不限定于上述实施方式,在不脱离其主旨的范围内能够进行各种变更。

[0106] 例如,在上述实施方式中,对供给原料后供给反应气体的例进行了说明。本公开不限于这种方式,原料、反应气体的供给顺序也可以颠倒。即,也可以在供给反应气体后供给原料。通过改变供给顺序,可以使形成的膜的膜质、组成比变化。

[0107] 在上述实施方式等中,对在晶圆200上形成SiN膜的例进行了说明。本公开不限于该方式,也可以合适地应用于在晶圆200上形成氧化硅膜(SiO 膜)、碳氧化硅膜(SiOC 膜)、氧碳氮化硅膜(SiOCN 膜)、氮氧化硅膜(SiON 膜)等Si类氧化膜的情况、在晶圆200上形成碳氮化硅膜(SiCN 膜)、硼氮化硅膜(SiBN 膜)、硼碳氮化硅膜(SiBCN 膜)等Si类氮化膜的情况。这些情况下,作为反应气体,除了含O气体之外,也能够使用 C_3H_6 等含C气体、 NH_3 等含N气体、 BCl_3 等含B气体。

[0108] 另外,本公开也能够合适地应用于在晶圆200上形成含有钛(Ti)、锆(Zr)、铪(Hf)、钽(Ta)、铌(Nb)、铝(Al)、钼(Mo)、钨(W)等金属元素的氧化膜、氮化膜、即金属类氧化膜、金属类氮化膜的情况。即,本公开也能够合适地应用于在晶圆200上形成 TiO 膜、 TiN 膜、 TiOC

膜、TiOCN膜、TiON膜、TiBN膜、TiBCN膜、ZrO膜、ZrN膜、ZrOC膜、ZrOCN膜、ZrON膜、ZrBN膜、ZrBCN膜、HfO膜、HfN膜、HfOC膜、HfOCN膜、HfON膜、HfBN膜、HfBCN膜、TaO膜、TaOC膜、TaOCN膜、TaON膜、TaBN膜、TaBCN膜、NbO膜、NbN膜、NbOC膜、NbOCN膜、NbON膜、NbBN膜、NbBCN膜、AlO膜、AlN膜、AlOC膜、AlOCN膜、AlON膜、AlBN膜、AlBCN膜、MoO膜、MoN膜、MoOC膜、MoOCN膜、MoON膜、MoBN膜、MoBCN膜、WO膜、WN膜、WOC膜、WOCN膜、WON膜、MWBN膜、WBCN膜等的情况。

[0109] 在这些情况下,例如,作为原料气体,能够使用四(二甲基氨基)钛($\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ 、简称:TDMAT)气体、四(乙基甲基氨基)铪($\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)(\text{CH}_3)]_4$ 、简称:TEMAH)气体、四(乙基甲基氨基)锆($\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)(\text{CH}_3)]_4$ 、简称:TEMAZ)气体、三甲基铝($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 、简称:TMA)气体、四氯化钛(TiCl_4)气体、四氯化铪(HfCl_4)气体等。作为反应气体,能够使用上述的反应气体。

[0110] 即,本公开能够合适地应用于形成含有半金属元素的半金属类膜、含有金属元素的金属类膜。这些成膜处理的处理步骤、处理条件能够设为与上述的实施方式、变形例所示的成膜处理相同的处理步骤、处理条件。即使在这些情况下,也能够得到与上述的实施方式、变形例同样的效果。

[0111] 用于成膜处理的配方优选根据处理内容个别地准备,经由电气通信线路、外部存储装置123存储于存储装置121c内。然后,在开始各种处理时,优选CPU121a从存储于存储装置121c内的多个配方中根据处理内容适当选择合适的配方。由此,能够利用一台基板处理装置通用地、且再现性良好地形成各种种类、组成比、膜质、膜厚的薄膜。另外,能够降低操作者的负担,避免操作错误,并且迅速开始各种处理。

[0112] 上述的配方不限于新制作的情况,例如,也可以通过变更已经安装于基板处理装置的既有的配方来准备。在变更配方的情况下,也可以将变更后的配方经由电气通信线路、存储有该配方的存储介质安装于基板处理装置。另外,也可以对既有的基板处理装置具备的输入输出装置122进行操作,直接变更已经安装于基板处理装置的既有的配方。

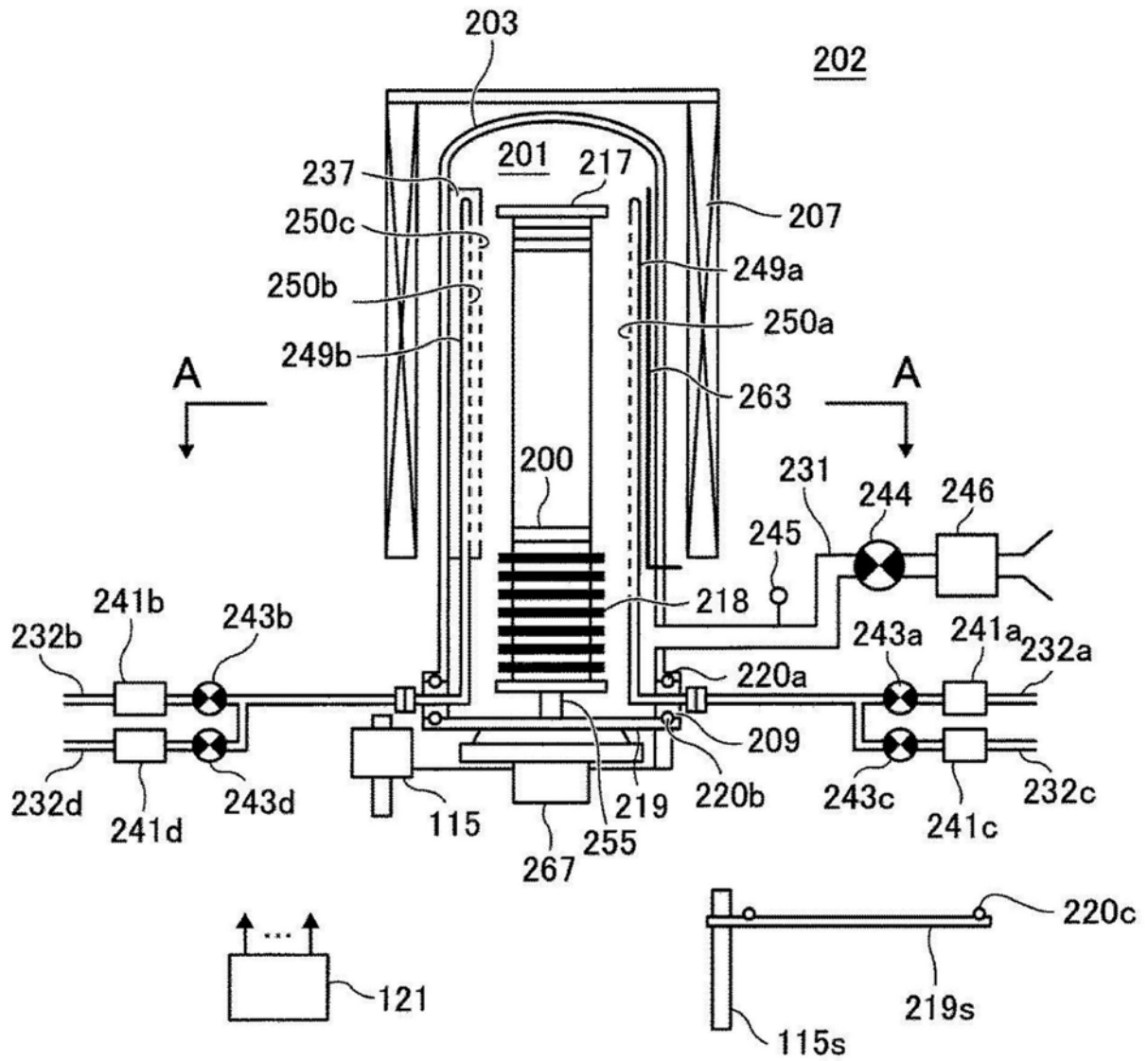


图1

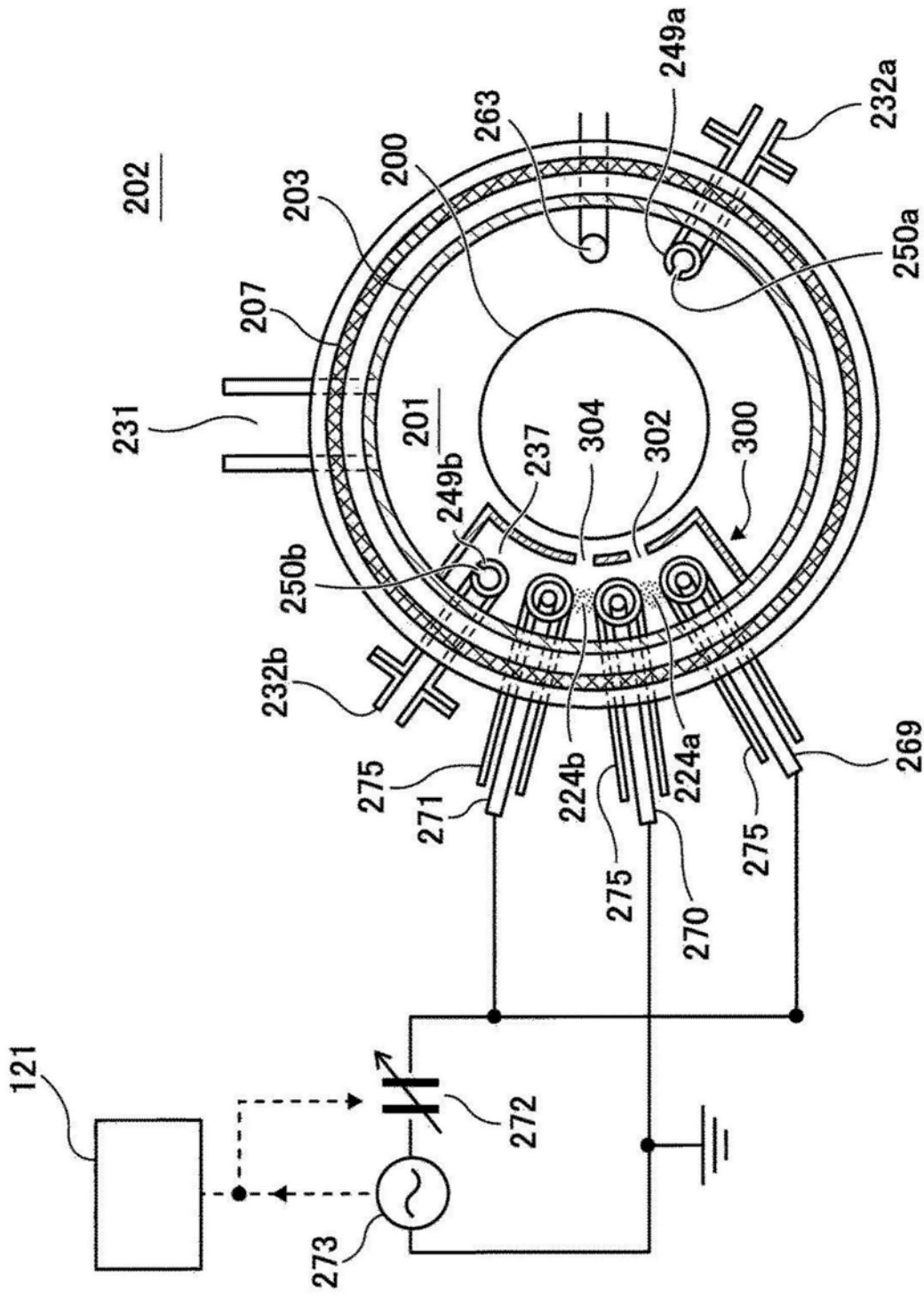


图2

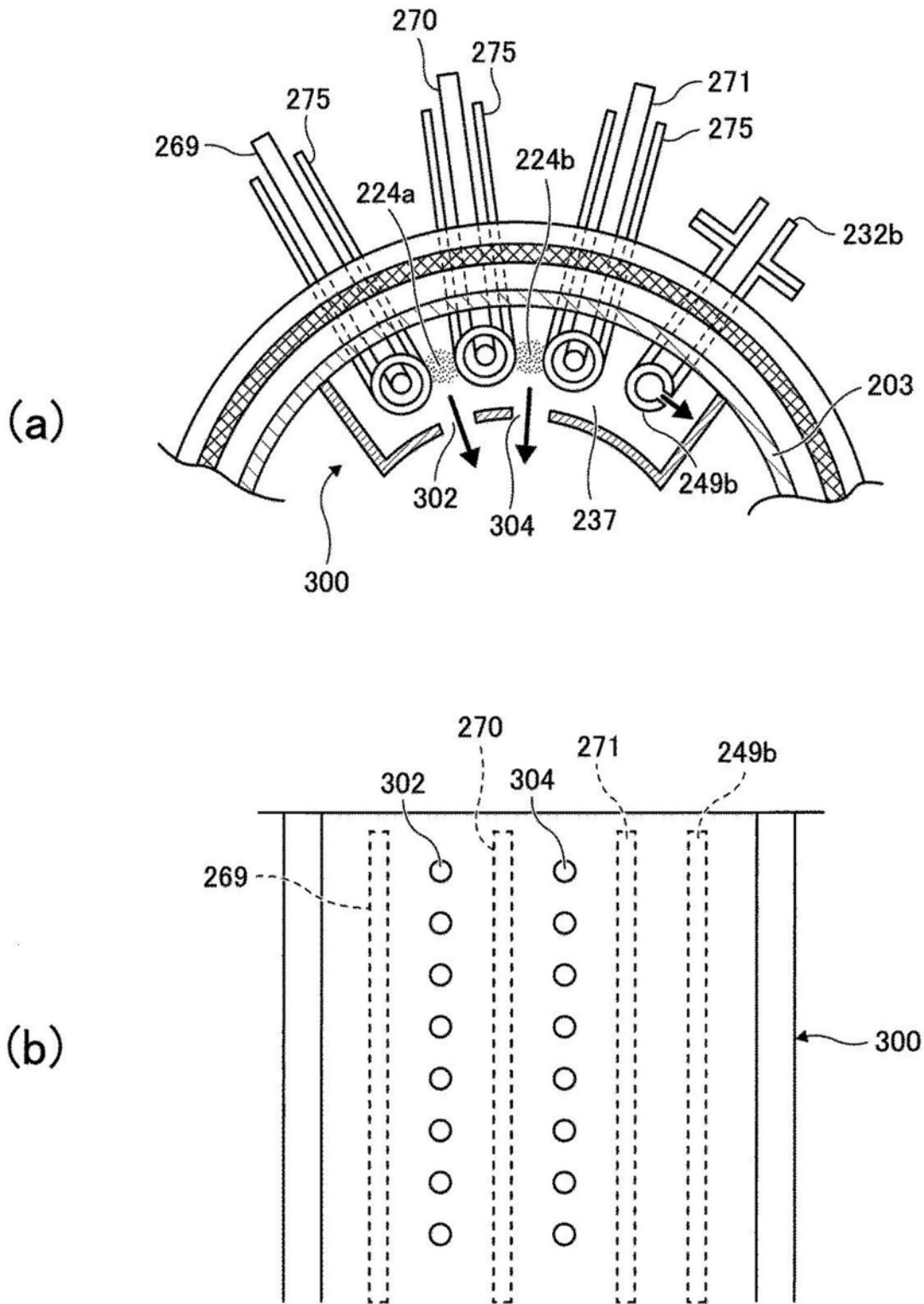


图3

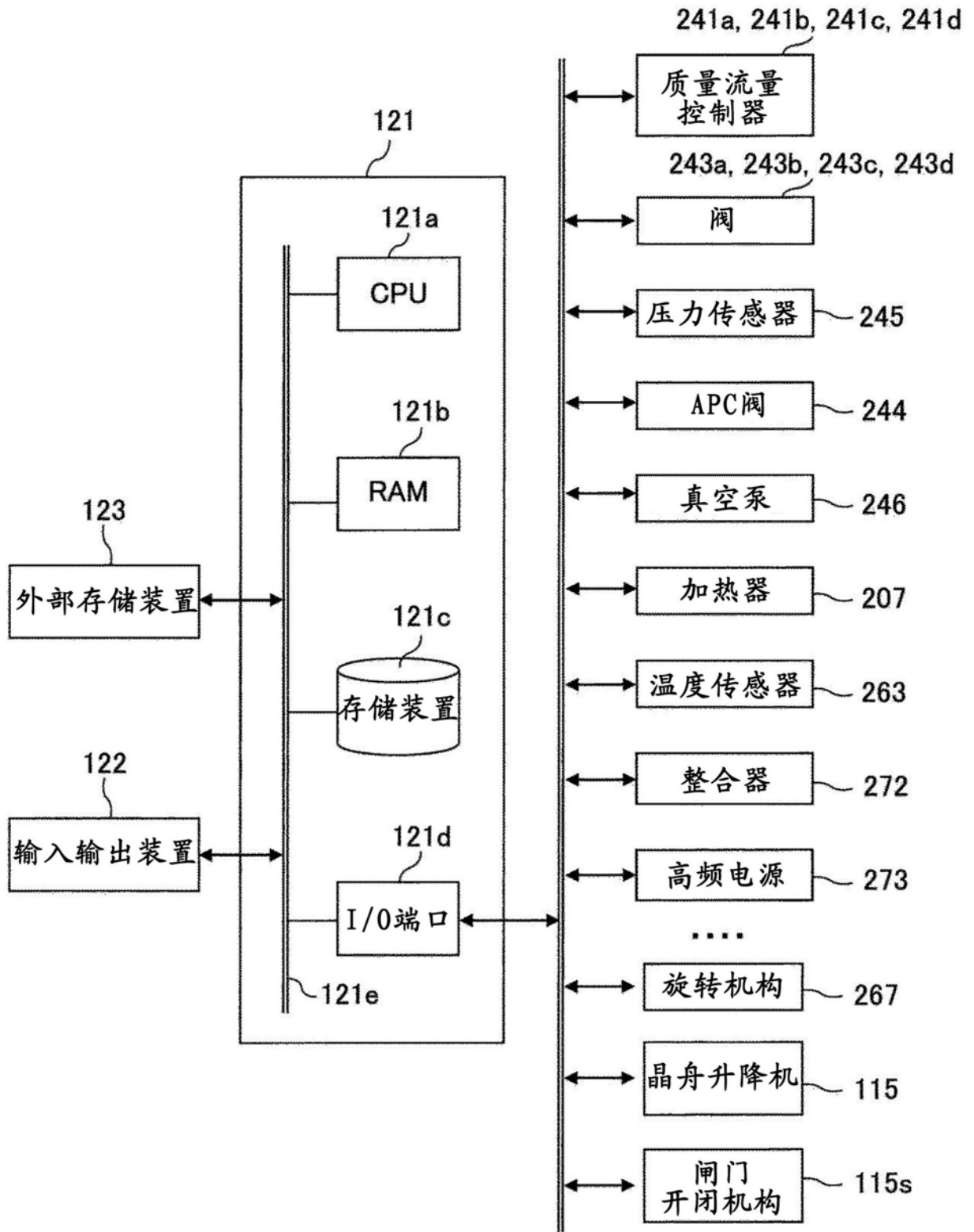


图4

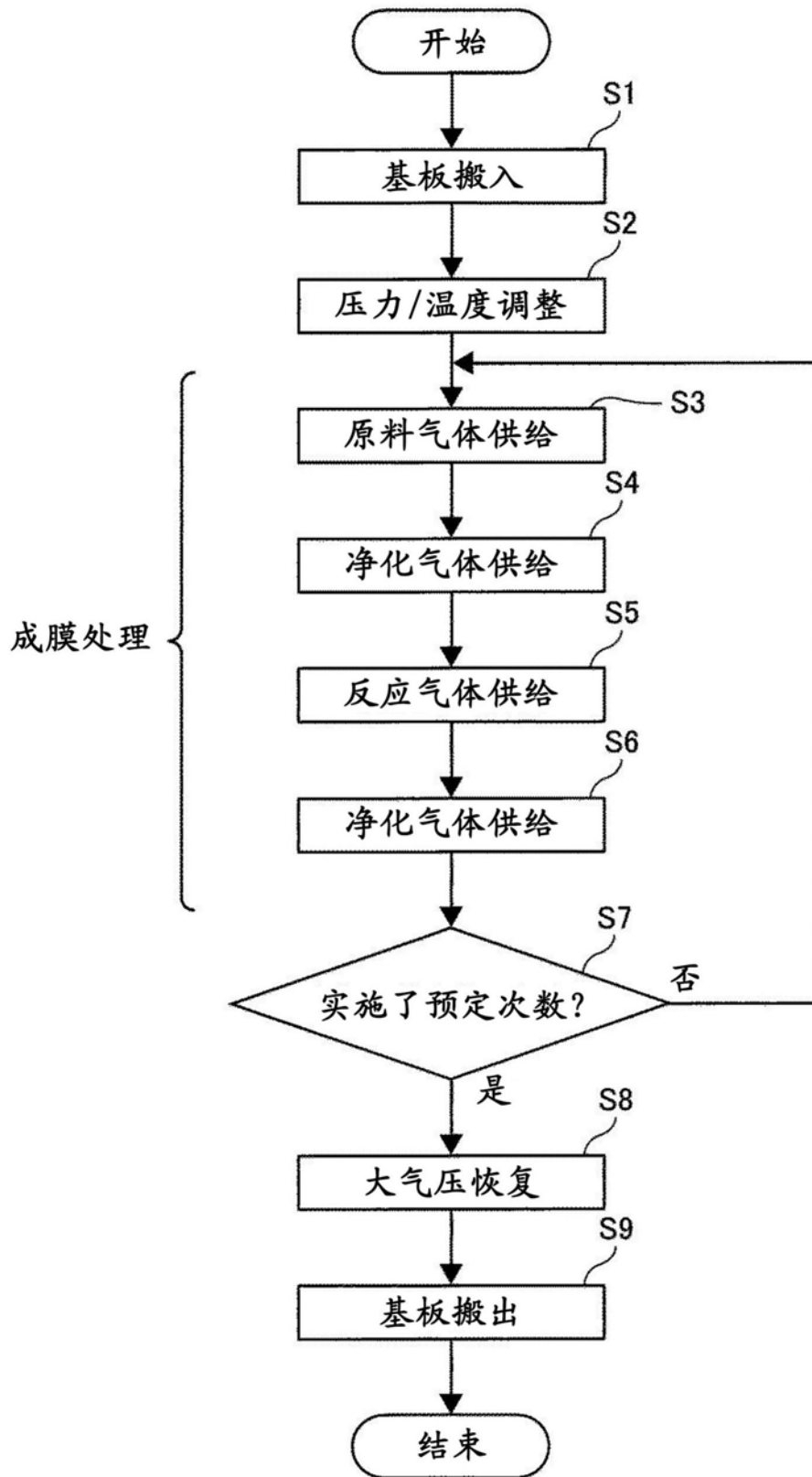


图5

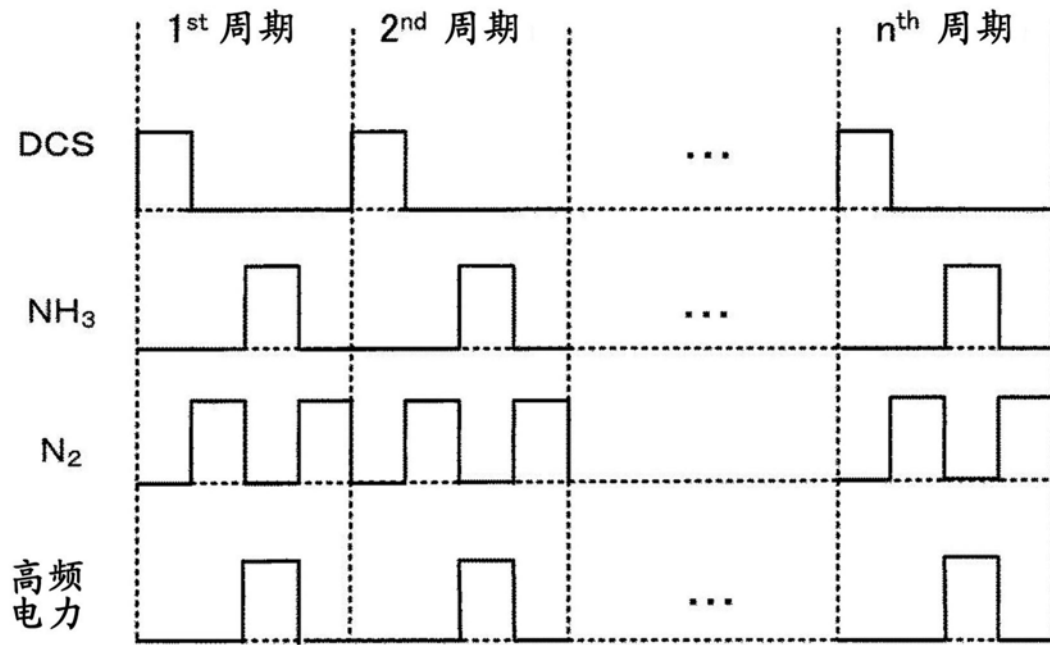


图6

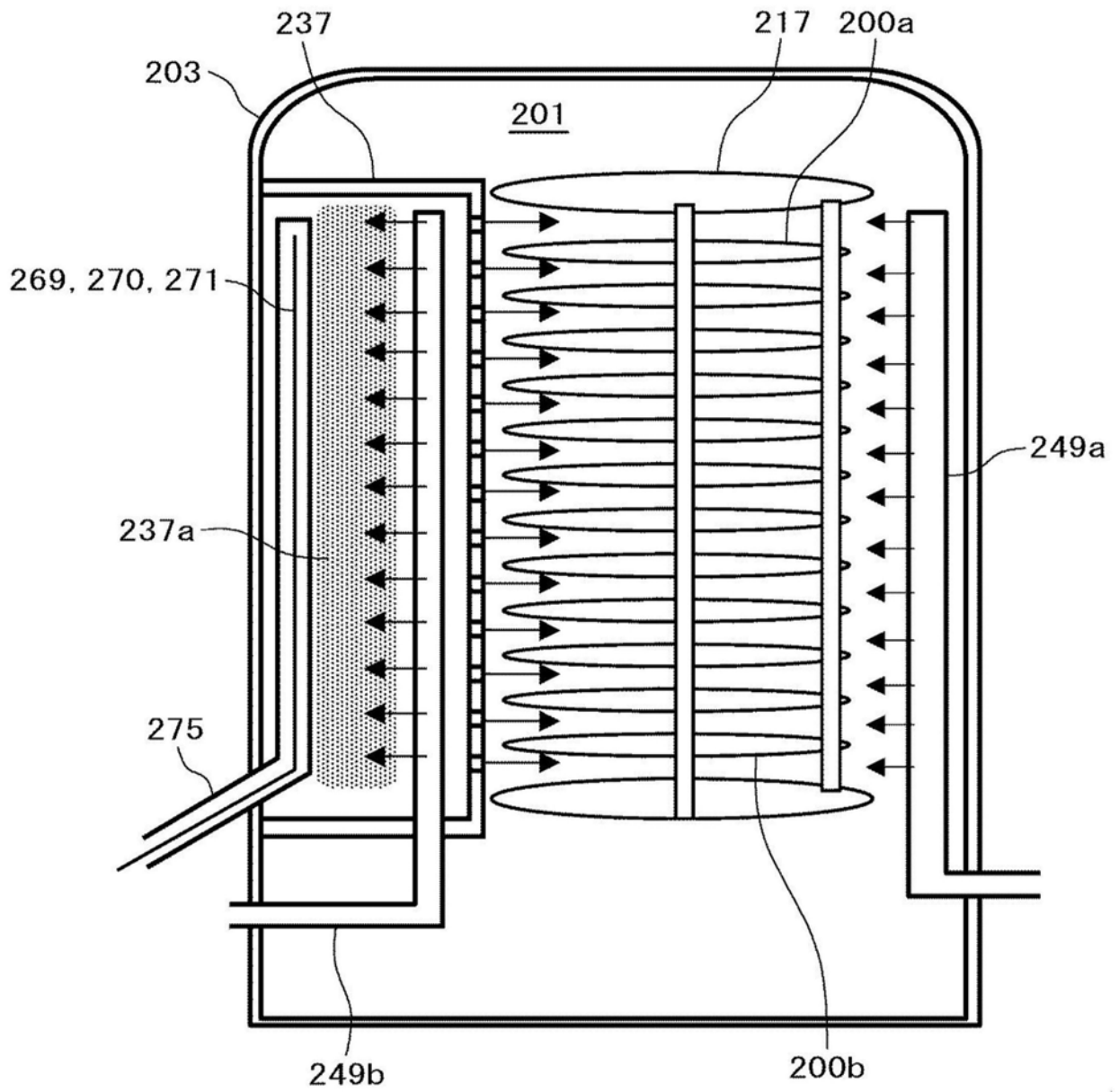


图7

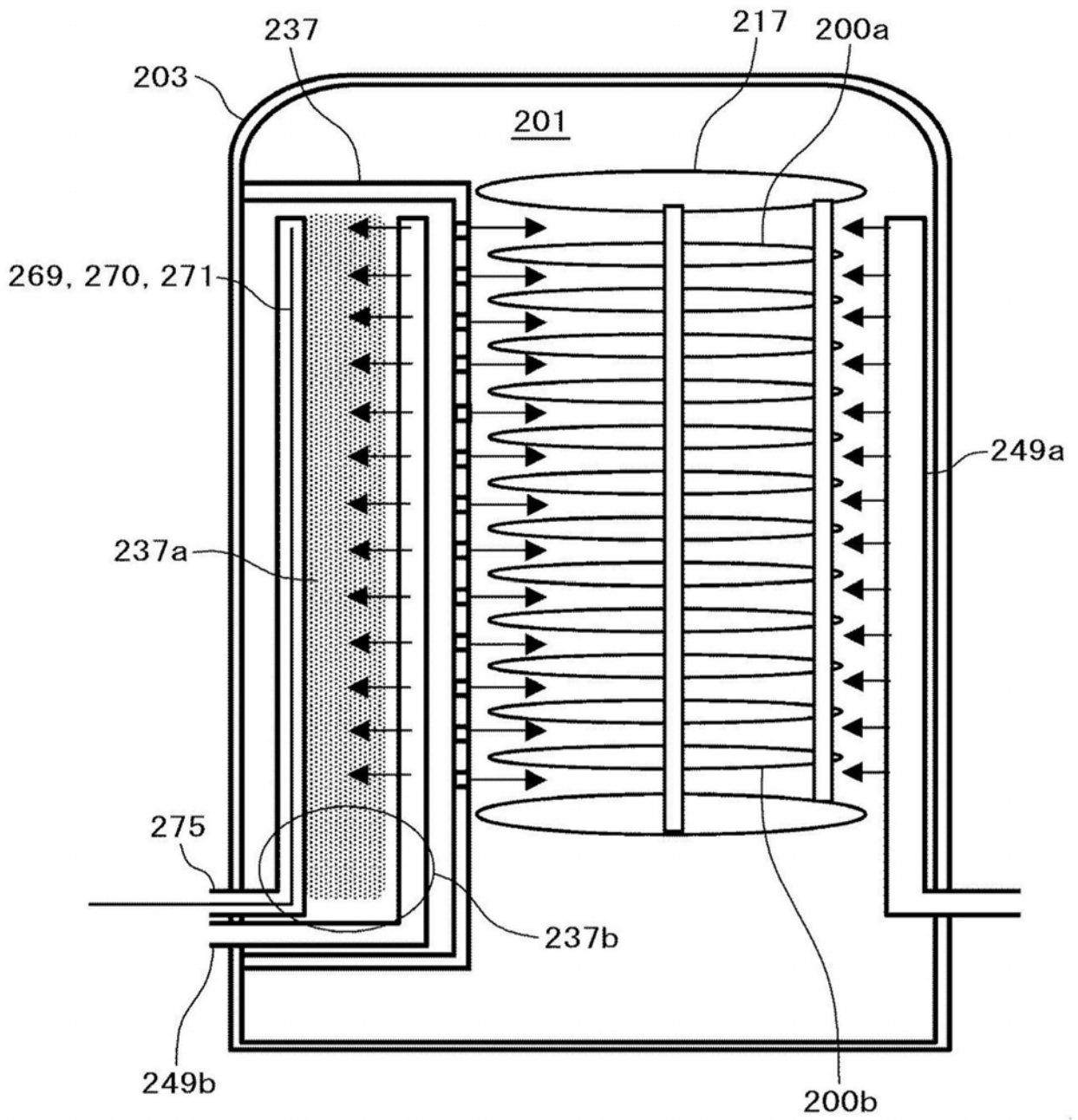


图8

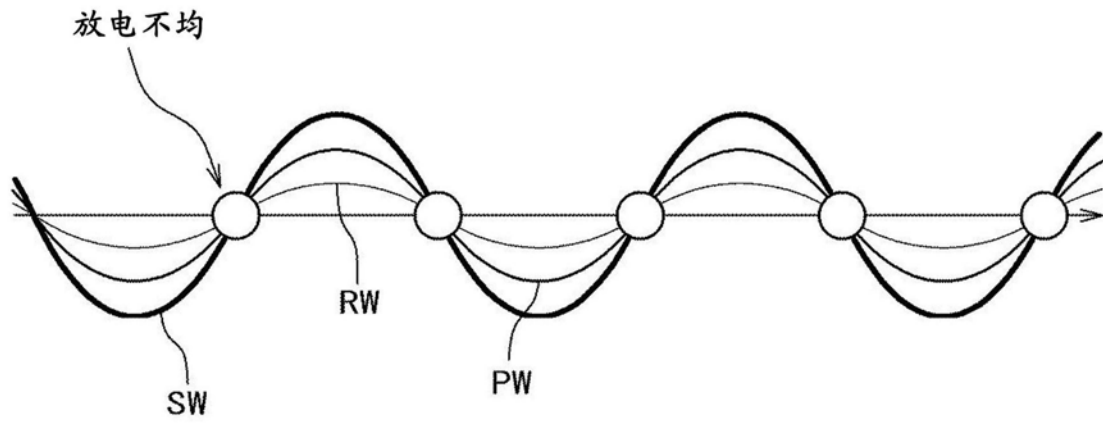


图9