(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118441267 A
(43)申请公布日 2024.08.06

(21)申请号 202410155606.6
(22)申请日 2024.02.02
(30)优先权数据
2023-014958 2023.02.03 JP
(71)申请人 株式会社国际电气
地址 日本东京都
(72)发明人 陶山渚 小出纮之 长桥知也
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 杨宏军
(51)Int.Cl.
C23C 16/52(2006.01)
H01L 21/02(2006.01)
C23C 16/455(2006.01)
C23C 16/04(2006.01)
C23C 16/458(2006.01)

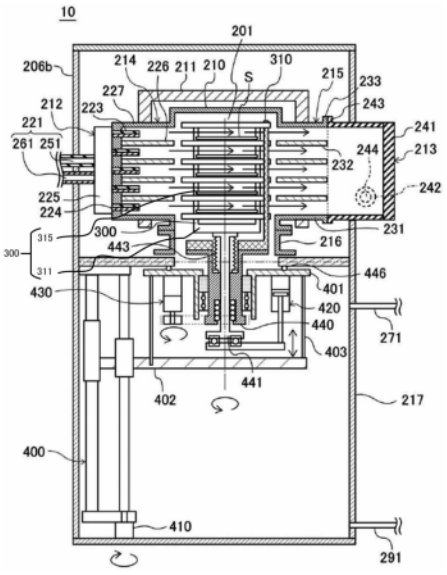
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

衬底处理方法、半导体器件的制造方法、记录介质及衬底处理装置

(57)摘要

本发明涉及衬底处理方法、半导体器件的制造方法、记录介质及衬底处理装置。本发明提供能使形成于衬底的膜的均匀性提高的技术。具有:a)向衬底供给第1处理气体的工序;和b)从第2处理气体贮留部向前述衬底供给第2处理气体的工序,在b)中,以使至在前述衬底上的前述第2处理气体的逐步反应发生为止的时间缩短的方式进行。



CN 118441267 A

1.衬底处理方法,其具有:

a)向衬底供给第1处理气体的工序;和

b)从第2贮留部向所述衬底供给第2处理气体的工序,

在b)中,以使至在所述衬底上的所述第2处理气体的逐步反应收敛为止的时间缩短的方式进行。

2.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,在b)中,将所述衬底所存在的区域的压力设为300~3000Pa的压力,将供给所述第2处理气体的时间设为2秒~5秒。

3.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,在b)中,将所述衬底所存在的区域的压力设为2000~2600Pa的压力,将供给所述第2处理气体的时间设为2秒~4秒。

4.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,在a)中,从第1贮留部供给所述第1处理气体。

5.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,

设置多个所述第2处理气体贮留部,

在b)中,从所述多个第2贮留部供给所述第2处理气体。

6.如权利要求1或5所述的衬底处理方法,其中,在将所述第2处理气体贮留部的上游侧阀和下游侧阀打开的状态下进行。

7.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,

所述第1处理气体及所述第2处理气体被从收容所述衬底的处理容器的侧方、且从向所述衬底的水平方向突出的气体供给部供给,

并从与所述气体供给部相对的排气部被排气。

8.如权利要求2所述的衬底处理方法,其中,

所述衬底具有凹部,

所述衬底处理方法具有:c)基于所述凹部的纵横比而对b)的压力进行进一步变更的工序。

9.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,

所述衬底具有凹部,

所述衬底处理方法具有:在b)中,以在所述凹部内形成的含氮膜的氮缺损量成为2.5×10^{18}个/cm^3以上的方式,从第2贮留部向所述衬底供给第2处理气体的工序。

10.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,在b)中,以比所述第1原料气体的供给时间长的时间来从第2贮留部向所述衬底供给第2处理气体。

11.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,在b)中,将对所述衬底所存在的区域进行排气的排气阀的开度设为大于a)中的开度。

12.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,使进行b)时的所述衬底所存在的区域的压力高于进行所述a)时的压力。

13.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,在b)中,使所述第2处理气体的供给量多于所述第1处理气体的供给量。

14.如权利要求1所述的衬底处理方法,其中,

所述衬底具有凹部,

在b)中,以在所述凹部的上部发生的所述逐步反应与在所述凹部的底部发生的所述逐

步反应同时结束的方式,供给所述第2处理气体。

15.半导体器件的制造方法,其具有:

a)向衬底供给第1处理气体的工序;和

b)从第2贮留部向所述衬底供给第2处理气体的工序,

在b)中,以使至在所述衬底上的所述第2处理气体的逐步反应收敛为止的时间缩短的方式进行。

16.计算机可读取的记录介质,其记录有利用计算机使衬底处理装置执行下述步骤的程序:

a)向衬底供给第1处理气体的步骤;

b)从第2贮留部向所述衬底供给第2处理气体的步骤;和

c)使至在所述衬底上的所述第2处理气体的逐步反应收敛为止的时间缩短的步骤。

17.衬底处理装置,其具有:

第1气体供给系统,其向衬底供给第1处理气体;

第2气体供给系统,其具有第2贮留部,向所述衬底供给第2处理气体;和

控制部,其构成为能对所述第1气体供给系统和所述第2气体供给系统进行控制以进行:

a)向所述衬底供给所述第1处理气体的处理;

b)从所述第2贮留部向所述衬底供给所述第2处理气体的处理;和

c)使至在所述衬底上的所述第2处理气体的逐步反应收敛为止的时间缩短的处理。

衬底处理方法、半导体器件的制造方法、记录介质及衬底处理装置

技术领域

[0001] 本发明涉及衬底处理方法、半导体器件的制造方法、记录介质及衬底处理装置。

背景技术

[0002] 作为半导体器件的制造工序的一个工序,有根据与在衬底上形成的副产物在衬底面内的浓度分布相应的供给时间而分别供给原料气体及/或反应气体的技术(例如参见专利文献1)

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2014-208883号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 然而,存在形成于衬底的膜的均匀性不满足半导体器件性能所要求的均匀性的情况。

[0008] 本发明提供一种能使形成于衬底的膜的均匀性提高的技术。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 根据本发明的一个方式,提供下述技术,其具有:

[0011] a)向衬底供给第1处理气体的工序;和

[0012] b)从第2处理气体贮留部向前述衬底供给第2处理气体的工序,

[0013] 在b)中,以使在前述衬底上的前述第2处理气体的逐步反应发生为止的时间缩短的方式进行。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本发明,能使形成于衬底的膜的均匀性提高。

附图说明

[0016] [图1]图1为示出本发明的一实施方式中的衬底处理装置的概略的纵剖视图。

[0017] [图2]图2的(A)为示出本发明的一实施方式中的第一气体供给系统的图,图2的(B)为示出本发明的一实施方式中的第二气体供给系统的图,图2的(C)为示出本发明的一实施方式中的第三气体供给系统的图。

[0018] [图3]图3的(A)为示出本发明的一实施方式中的处理室排气系统的图,图3的(B)为示出本发明的一实施方式中的移载室排气系统的图。

[0019] [图4]图4为本发明的一实施方式中的衬底处理装置的控制器的概略构成图,且是以框图示出控制器的控制系统的图。

[0020] [图5]图5为示出本发明的一实施方式中的衬底处理流程的图。

[0021] [图6]图6为示出本发明的一实施方式中的衬底处理顺序的图。

[0022] 附图标记说明

[0023] S 衬底

[0024] 201 处理室

具体实施方式

[0025] 以下,主要参照图1～图6对本发明的一个方式进行说明。需要说明的是,在以下的说明中使用的附图均为示意性的图,附图中示出的各要素的尺寸的关系、各要素的比率等未必与实际情况一致。此外,在多个附图彼此之间,各要素的尺寸的关系、各要素的比率等也未必一致。

[0026] (1)衬底处理装置的构成

[0027] 使用图1对衬底处理装置10的构成进行说明。

[0028] 衬底处理装置10具备反应管容纳室206b,在反应管容纳室206b内具备:沿铅垂方向延伸的圆筒形状的反应管210、设置于反应管210的外周的作为加热部(炉体)的加热器211、作为气体供给部的气体供给结构212、和作为气体排气部的气体排气结构213。气体供给部中也可以包含后述的上游侧整流部214、喷嘴223、224。此外,气体排气部中也可以包含后述的下游侧整流部215。反应管210之中,将处理衬底S的区段称为处理室201。此外,处理室201也能够称为在内部供衬底S被配置的处理空间。

[0029] 气体供给结构212设置在反应管210的气流方向上游,从气体供给结构212向反应管210内供给气体,对衬底S从水平方向供给气体。气体排气结构213设置在反应管210的气流方向下游,反应管210内的气体从气体排气结构213排出。气体供给结构212和反应管210内和气体排气结构213在水平方向上连通。

[0030] 在反应管210与气体供给结构212之间的反应管210的上游侧,设有调节从气体供给结构212供给的气体的流动的上游侧整流部214。此外,在反应管210与气体排气结构213之间的反应管210的下游侧,设有调节从反应管210排出的气体的流动的下游侧整流部215。反应管210的下端由歧管216支承。

[0031] 反应管210、上游侧整流部214、下游侧整流部215是连续的结构,例如由石英、SiC等材料形成。它们由使从加热器211放射出的热透过的热透过性部件构成。加热器211的热对衬底S、气体进行加热。

[0032] 气体供给结构212连接有气体供给管251、气体供给管261,并且具有对从各气体供给管供给的气体进行分配的分配部225。在分配部225的下游侧设有多个喷嘴223、喷嘴224。气体供给管251和气体供给管261如后所述供给不同种类的气体。喷嘴223、喷嘴224以上下的关系、横向排列的关系而配置。在本方式中,也将气体供给管251和气体供给管261统称为气体供给管221。各喷嘴也称为气体喷出部。分配部225构成为分别从气体供给管251向喷嘴223、从气体供给管261向喷嘴224供给各自的气体。

[0033] 上游侧整流部214具有壳体227和划分板226。划分板226是沿水平方向延伸且没有孔的连续结构。这里所说的水平方向是指壳体227的侧壁方向、与反应管210内的衬底S的面平行的方向。划分板226在铅垂方向上配置有多个。划分板226固定于壳体227的侧壁,并以气体不会超过划分板226而向下方或者上方的邻接区域移动的方式构成。

[0034] 各个划分板226设置在与各个衬底S对应的位置。在划分板226之间、划分板226与壳体227之间设有喷嘴223、喷嘴224。从喷嘴223、喷嘴224喷出的气体由划分板226调整气流,并向衬底S的表面供给。即,从衬底S来看,从衬底S的侧方来供给气体。

[0035] 下游侧整流部215构成为,在后述的衬底支承件300上支承有衬底S的状态下,与配置于最上位的衬底S相比顶板高、与配置于衬底支承件300的最下位的衬底S相比底部低。

[0036] 下游侧整流部215具有壳体231和划分板232。划分板232是沿水平方向延伸且没有孔的连续结构。这里所说的水平方向与上述的水平方向是同样的。此外,划分板232在铅垂方向上配置有多个。划分板232固定于壳体231的侧壁,以气体不会超过划分板232而向下方或者上方的邻接区域移动的方式构成。壳体231之中,在与气体排气结构213接触的那侧设有凸缘233。

[0037] 划分板232分别设置在与衬底S对应、且与划分板226对应的位置。期望的是,对应的划分板226和划分板232为同等的高度。此外,在处理衬底S时,期望的是,衬底S的高度与划分板226、划分板232的高度对齐。

[0038] 通过以成为上述这样的位置关系的方式设置划分板226和划分板232,能够在各个衬底S的上游、下游在铅垂方向上使压力损失均匀。即,能够可靠地形成如图中的箭头那样在划分板226、衬底S上、划分板232的范围内向铅垂方向的流动被抑制了的水平的气流。因此,能够减少各衬底S上的气体的压力之差。由此,能够对各衬底S均匀地进行处理。

[0039] 气体排气结构213设置在下游侧整流部215的下游。气体排气结构213主要由壳体241和排气管连接部242构成。在壳体241中的下游侧整流部215侧设置有凸缘243。壳体231和壳体241是各自的顶板部及底部的高度连续的结构。在壳体241的下游侧且下侧或水平方向上形成有将通过了下游侧整流部215的气体进行排气的排气孔244。气体排气结构213是设置于反应管210的横向、并从衬底S的横向将气体排气的横排气结构。

[0040] 移载室217经由歧管216设置在反应管210的下部。在移载室217中,进行经由衬底搬入口利用真空搬送机械手将衬底S载置(搭载)于衬底支承件(以下,有时也简记为晶舟)300、利用真空搬送机械手将衬底S从衬底支承件300取出的操作。

[0041] 在移载室217的内部能收纳衬底支承件300、分隔板支承部310、及上下方向驱动机构部400,该上下方向驱动机构部400沿着上下方向和旋转方向驱动衬底支承件300和分隔板支承部310(将它们统称为衬底保持件)。在图1中,示出了衬底支承件300通过上下方向驱动机构部400而上升、并被收纳于反应管210内的状态。

[0042] 上下方向驱动机构部400具备使衬底支承件300和分隔板支承部310一起旋转的旋转驱动机构430、和相对于分隔板支承部310沿上下方向相对地驱动衬底支承件300的晶舟上下机构420。旋转驱动机构430和晶舟上下机构420固定于由侧板403支承于底板402的作为盖体的底座凸缘401。在底座凸缘401的上表面设置有真空密封用的O型圈446,如图1所示,由上下驱动用马达410驱动而使底座凸缘401的上表面上升至被推抵于移载室217的位置,由此能够将反应管210的内部保持为气密。固定于分隔板支承部310的支承件440与固定于衬底支承件300的支承部441之间由真空波纹管443连接。

[0043] 接下来,使用图1来说明衬底支承部的详细情况。衬底支承部至少由支承衬底S的衬底支承件300构成,并被收纳于反应管210内。在反应管210的顶板内壁正下方配置有衬底S。此外,衬底支承部在移载室217的内部经由未图示的衬底搬入口而利用真空搬送机械手

进行衬底S的移换、或进行将移换后的衬底S搬送至反应管210的内部而在衬底S的表面形成薄膜的处理。衬底搬入口例如设置于移载室217的侧壁。需要说明的是,也可以考虑在衬底支承部中包含分隔板支承部310。

[0044] 在衬底支承件300上,利用支承于基部311的多个支承杆(rod)315,在铅垂方向(垂直方向)上以规定的间隔载置有多个衬底S。由该支承杆315支承的多个衬底S之间,通过以规定的间隔固定(支承)在被支承于分隔板支承部310的支柱313上的圆板状的分隔板314而被分隔。这里,分隔板314配置在衬底S的正下方、并配置在衬底S的上部和下部中的任一方或双方。分隔板314将各衬底S的空间隔断。载置于衬底支承件300的多个衬底S的规定的间隔与固定于分隔板支承部310的分隔板314的上下的间隔相同。此外,分隔板314的直径形成得比衬底S的直径大。

[0045] 基部311、分隔板314及多个支承杆315例如由石英、SiC等材料形成。需要说明的是,这里示出了于衬底支承件300支承有5张衬底S的例子,但并不限于此。例如,也可以将衬底支承件300构成为能支承5～50张左右的衬底S。需要说明的是,分隔板314也称为隔板。

[0046] 需要说明的是,本说明书中的“5～50张”这样的数值范围的表述是指下限值及上限值包含在该范围内。因此,例如,所谓“5～50张”,是指“5张以上50张以下”。其他数值范围也是同样。

[0047] 在于衬底S上形成薄膜的工序中,分隔板314位于与划分板226及/或划分板232对应的高度的位置是优选的。进一步优选的是,使分隔板314与划分板226及划分板232的高度对齐是期望的。

[0048] 通过使用这样的衬底支承部,容易形成在划分板226、衬底S上、划分板232的范围内向铅垂方向的流动被抑制的水平的气流。由此,各衬底S上的气体的压力之差变得均匀,因此能对各衬底S均匀地进行处理。

[0049] 分隔板支承部310和衬底支承件300由上下方向驱动机构部400沿着反应管210与移载室217之间的上下方向、及绕着由衬底支承件300支承的衬底S的中心的旋转方向驱动。

[0050] 接下来,使用图2的(A)～图2的(C)对气体供给系统的详细情况进行说明。如图2的(A)中记载的,在气体供给管251上,从上游方向起依次设置有第一气体源252、流量控制器(流量控制部)即质量流量控制器(MFC)253、开闭阀即阀275、贮留第1处理气体的第1贮留部即罐(tank)259以及作为开闭阀的阀254。

[0051] 第一气体源252为含有第一元素的第一气体(也称为“含第一元素气体”)源。第一气体为原料气体、即处理气体之一。

[0052] 主要由气体供给管251、MFC253、阀275、罐259、阀254构成第一气体供给系统250(也称为原料气体供给系统,处理气体供给系统)。也可以将第一气体源252包含于第一气体供给系统250。

[0053] 气体供给管251之中,在阀275与罐259之间连接有气体供给管255。在气体供给管255上,自上游方向起依次设有非活性气体源256、MFC257、及作为开闭阀的阀258。从非活性气体源256供给非活性气体。

[0054] 主要由气体供给管255、MFC257、阀258构成第一非活性气体供给系统。从非活性气体源256供给的非活性气体在衬底处理工序中作为对留在反应管210内的气体进行吹扫的吹扫气体发挥作用。也可以将非活性气体源256包含于第一非活性气体供给系统。也可以将

第一非活性气体供给系统加入第一气体供给系统250。

[0055] 如图2的(B)所记载的,在气体供给管261上,自上游方向起依次设有第二气体源262、MFC263、阀276、贮留第2处理气体的作为第2贮留部的罐269及阀264。

[0056] 第二气体源262为含有第二元素的第二气体(以下,也称为“含第二元素气体”)源。第二气体为与第一气体不同的气体,也可以是处理气体之一。需要说明的是,就第二气体而言,也可以认为是与作为原料气体的第一气体的前体反应的反应气体或将衬底S的表面改性的改性气体。

[0057] 主要由气体供给管261、MFC263、阀276、罐269、阀264构成第二气体供给系统260(也称为反应气体供给系统、处理气体供给系统)。也可以将第二气体源262包含于第二气体供给系统260。需要说明的是,在图2的(B)中,示出了一个第二气体供给系统260,但并不限于此。也可以构成为能并列地连接多个第二气体供给系统260。

[0058] 气体供给管261之中,在阀276与罐269之间连接有气体供给管265。在气体供给管265上,自上游方向起依次设有非活性气体源266、MFC267、及作为开闭阀的阀268。从非活性气体源266供给非活性气体。

[0059] 主要由气体供给管265、MFC267、阀268构成第二非活性气体供给系统。从非活性气体源266供给的非活性气体在衬底处理工序中作为对留在反应管210内的气体进行吹扫的吹扫气体发挥作用。也可以将非活性气体源266包含于第二非活性气体供给系统。也可以将第二非活性气体供给系统加入第二气体供给系统260。

[0060] 如图2的(C)所记载的,在气体供给管271上,自上游方向起依次设有第三气体源272、MFC273、及阀274。气体供给管271与移载室217连接。在使移载室217为非活性气体气氛、使移载室217为真空状态时,供给非活性气体。

[0061] 第三气体源272为非活性气体源。主要由气体供给管271、MFC273、阀274构成第三气体供给系统270。也可以将第三气体源272包含于第三气体供给系统270。第三气体供给系统270也称为移载室供给系统。

[0062] 接下来,使用图3的(A)及图3的(B)来对排气系统进行说明。对反应管210的气氛进行排气的排气系统280具有与反应管210连通的排气管281,并经由排气管连接部242而与壳体241连接。

[0063] 如图3的(A)所记载的,在排气管281上,经由阀282、作为压力调节器(压力调节部)的APC(Auto Pressure Controller,自动压力控制器)阀283,连接有作为真空排气装置的真空泵284,构成为能够进行真空排气以使反应管210内的压力成为规定的压力(真空度)。将排气管281、阀282、APC阀283统称为排气系统280。排气系统280也称为处理室排气系统。需要说明的是,在排气系统280中也可以包含真空泵284。将移载室217的气氛排气的排气系统290具有与移载室217连接、并且与其内部连通的排气管291。

[0064] 如图3的(B)所记载的,在排气管291上,经由阀292、APC阀293而连接有真空泵294,并构成为能够真空排气以使移载室217内的压力成为规定的压力。将排气管291、阀292、APC阀293统称为排气系统290。排气系统290也称为移载室排气系统。需要说明的是,在排气系统290中也可以包含真空泵294。

[0065] 接下来,使用图4对作为控制部(控制单元)的控制器进行说明。衬底处理装置10具有对衬底处理装置10的各部的动作进行控制的控制器600。

[0066] 将控制器600的概略示于图4。控制器600构成为具备CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)601、RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)602、作为存储部的存储装置603、I/O端口604的计算机。RAM602、存储装置603、I/O端口604以能经由内部总线605而与CPU601进行数据交换的方式构成。

[0067] 存储装置603例如由闪存、HDD(Hard Disk Drive,硬盘驱动器)等构成。在存储装置603内,以可读取的方式储存有对衬底处理装置10的动作进行控制的控制程序、记载有衬底处理的步骤、条件等的工艺制程等。

[0068] 需要说明的是,工艺制程是以使控制器600执行后述的衬底处理工序中的各步骤并能够得到规定的结果的方式组合而成的,作为程序发挥功能。以下,也将该工艺制程、控制程序等统称地简称为程序。需要说明的是,在本说明书中使用程序这一词语的情况下,存在仅包含工艺制程本身的情况,仅包含控制程序本身的情况,或者包含这两者的情况。此外,RAM602构成为暂时保持由CPU601读取到的程序、数据等的存储器区域(工作区)。

[0069] I/O端口604与上述的上下方向驱动机构部400、加热器211、APC阀283、293、真空泵284、294、MFC253、257、263、267、273、阀254、258、264、268、274、275、276、旋转驱动机构430等连接。

[0070] CPU601以从存储装置603读取控制程序并执行、并且根据来自输入输出装置681的操作命令的输入等而从存储装置603读取工艺制程的方式构成。并且,CPU601构成为按照读取到的工艺制程的内容,对下述动作进行控制:利用上下方向驱动机构部400进行的衬底支承件300的升降动作、利用加热器211进行的加热动作、APC阀283、293的开闭动作、真空泵284、294的起动及停止、利用MFC253、257、263、267、273进行的各种气体的流量调节动作、阀254、258、264、268、274、275、276的开闭动作、利用旋转驱动机构430进行的衬底支承件300的旋转及旋转速度调节动作等。

[0071] 就控制器600而言,通过使用存储有上述程序的外部存储装置(例如,硬盘等磁盘、DVD等光盘、MO等光磁盘、USB存储器等半导体存储器)682而在计算机中安装程序等,能够构成本方式涉及的控制器600。需要说明的是,用于向计算机供给程序的手段不限于经由外部存储装置682进行供给的情况。例如,也可以使用互联网、专用线路等通信手段、而不经由外部存储装置682来供给程序。需要说明的是,存储装置603、外部存储装置682构成为记录有程序的计算机可读取的记录介质。以下,也将它们统称地简称为记录介质。需要说明的是,在本说明书中,在使用记录介质这一词语的情况下,存在仅包含存储装置603本身的情况,仅包含外部存储装置682本身的情况,或者包含这两者的情况。

[0072] 接着,作为半导体制造工序的一个工序,针对使用上述构成的衬底处理装置10在衬底S上形成薄膜的工序,使用图5～图6进行说明。需要说明的是,在以下的说明中,构成衬底处理装置10的各部的动作由控制器600来控制。

[0073] 这里,针对使用第一气体和第二气体在衬底S的槽、孔等凹部形成膜的成膜处理进行说明。作为第一气体,例如能够使用包含卤元素的气体。能够使用六氯化二硅(Si_2Cl_6,六氯乙硅烷,简称:HCDS)气体。

[0074] 在本说明书中使用的“衬底”这一术语存在表示衬底本身的情况、表示衬底与其表面上形成的规定的层、膜的层叠体的情况。在本说明书中使用的“衬底的表面”这一词语存在表示衬底本身的表面的情况、表示在衬底上形成的规定的层等的表面的情况。在本说明

书中记载为“在衬底上形成规定的层”的情况下,存在表示在衬底本身的表面上直接形成规定的层的情况、表示在衬底上形成的层等之上形成规定的层的情况。在本说明书中使用“晶片”这一词语的情况也与使用“衬底”这一词语的情况同义。

[0075] (S102)

[0076] 对移载室压力调节工序S102进行说明。这里,将移载室217内的压力设为与和移载室217邻接的未图示的真空搬送室相同水平的压力。具体而言,使排气系统290工作,以移载室217的气氛成为真空水平的方式对移载室217的气氛进行排气。

[0077] (S104)

[0078] 接着,对衬底搬入工序S104进行说明。在移载室217成为真空水平后,开始衬底S的搬送。在衬底S到达真空搬送室后,打开闸阀,真空搬送机械手将衬底S搬入移载室217。

[0079] 此时,衬底支承件300在移载室217中待机,衬底S被移载至衬底支承件300。规定张数的衬底S移载至衬底支承件300之后,使真空搬送机械手退避,并且利用上下方向驱动机构部400使衬底支承件300上升而使衬底S移动至反应管210内。此时,以衬底S的表面与划分板226、划分板232的高度对齐的方式进行定位。

[0080] (S106)

[0081] 接着,对加热工序S106进行说明。在向反应管210内搬入衬底S之后,以使反应管210内成为规定的压力的方式进行控制、并且以衬底S的表面温度成为规定的温度的方式进行控制。作为第一气体,在例如使用HCDS气体的情况下,就加热器211的温度而言,以使衬底S的温度成为例如100℃～1500℃、优选为200℃～1000℃、进一步优选为400℃～800℃的方式进行控制。此外,可考虑将反应管210内的压力设为例如0.01Pa～1kPa。

[0082] (S108)

[0083] 接着,对膜处理工序S108进行说明。在膜处理工序S108中,根据工艺制程,针对衬底S的凹部,将下述工序进行1次以上,从而在表面具有凹部的衬底S上形成规定的膜:将后述的第一气体向衬底S闪速供给的第一气体供给工序;和将第二气体向衬底S闪速供给的第二气体供给工序。

[0084] ＜第一气体供给工序,步骤S1＞

[0085] 本步骤中,对在内部配置有衬底S的处理室201闪速供给第一气体。这里,所谓闪速供给,是指在短时间内向反应管210内供给大流量的气体。

[0086] 具体而言,在本步骤中,在设置于气体供给管251的罐259中预先储存第一气体。作为第一气体,在使用例如HCDS气体的情况下,此时的罐259内的压力设为例如0.01～100kPa、优选0.1～1.0kPa。

[0087] 而且,在供给第一气体时,打开罐259与喷嘴223之间的、设于罐259的下游侧的阀254,从预先贮留有第一气体的罐259向气体供给管251内供给第一气体。此时,将处理室201内的压力(总压)设为例如0.01～100kPa、优选0.1～1.0kPa。然后,从开始第一气体的供给起经过规定时间后,关闭阀254,停止第一气体向气体供给管251内的供给。作为第一气体,在使用例如HCDS气体的情况下,例如在经过0.01～10秒范围内的时间后,关闭阀254,停止第一气体向气体供给管251内的供给。

[0088] 第一气体从气体供给结构212经由上游侧整流部214在短时间内被大量地供给至反应管210内。之后,经由衬底S上的空间、下游侧整流部215、气体排气结构213、排气管281

进行排气。此时,阀282和APC阀283呈打开的状态。这里,在将第一气体向处理室201内供给的期间,阀275可以是打开的状态,也可以是关闭的状态。

[0089] 此时,以处理室201内的第一气体的分解率变小的方式向处理室201内供给是优选的。

[0090] 此外,在衬底S上形成的凹部(或沟部、槽、孔)内形成膜的情况下,气体的反应性越高,向凹部的开口侧的吸附容易度越高,越难以吸附至凹部的深部侧。因此,在将通过分解而生成反应性更高的物质的气体(例如,HCDS气体)作为第一气体向凹部进行成膜的情况下,越缩短第一气体的滞留时间τ或/和提高第一气体的流速v,分解率X越低,越能够提高阶梯覆盖率(step coverage)。需要说明的是,若以第一气体的分解率X成为0%的方式对第一气体的滞留时间τ、或者/以及第一气体的流速v进行控制,则对于阶梯覆盖率的改善是优选的。作为缩短第一气体的滞留时间τ、提高第一气体的流速v的方法,有使用罐259而提高APC阀283的开度进行供给的方法。

[0091] 在作为第一气体使用例如HCDS气体的情况下,通过使第一气体的流速为例如10m/秒以上,能够使分解率X为0%～25%这样比较低的值,有利于阶梯覆盖率的改善。此外,通过使第一气体的流速为例如15m/秒以上,能够使分解率为0%～15%范围内的更低的值,对于阶梯覆盖率的改善是优选的。此外,通过控制在20.0m/秒以上,能够使分解率为0%、即能够使第一气体未分解,对于阶梯覆盖率的改善是进一步优选的。

[0092] 即,在本步骤中,通过闪速供给第一气体,能够使向衬底S供给的第一气体的分解率X变化。此外,在本步骤中,通过闪速供给第一气体,第一气体的流速得以控制,由此,能控制第一气体在处理室201内的滞留时间,并控制第一气体的分解率X。

[0093] 此外,在本步骤中,通过闪速供给第一气体,能够在第一气体的供给开始时增大第一气体的供给量。作为第一气体,在使用例如HCDS气体的情况下,可以使每张衬底S1上的、每单位时间的第一气体的供给量为例如0.001～15slm、优选为0.05～10slm、进一步优选为0.010～5slm。若小于0.001slm,则存在处理室201内的第一气体的分压变低、成膜速率降低的情况。若大于15slm,则由于在处理室201内的第一气体的分压上升,存在第一气体的分解过量地进行的情况。若设为0.001～15slm,则能够抑制成膜速率的降低和第一气体的过量的分解、并且能够通过第一气体的流量的控制而使流速变化。此外,若设为0.05～10slm,则能够进一步抑制成膜速率的降低和第一气体的分解、并且通过第一气体的流量的控制而使流速变化。若设为0.010～5slm,则能够充分地抑制成膜速率的降低和第一气体的过量的分解、并且通过第一气体的流量的控制而使流速变化。

[0094] 此外,通过闪速供给第一气体,能够将在罐259内升高了压力(经升压)的第一气体向处理室201内供给。由此,能够提高供给开始时的第一气体的流速。

[0095] 此外,如上所述,在本步骤中,阀282及APC阀283呈打开的状态,在向处理室201内供给第一气体期间,通过真空泵284将反应管210内排气。由此,处理室201内的压力变低,第一气体的流速上升,能够缩短处理室201内的第一气体的滞留时间τ。

[0096] 此外,也可以在将第一气体向处理室201内供给的期间,打开阀258,经由气体供给管255向气体供给管251内供给非活性气体。作为非活性气体,例如,能够使用氮(N_2)、氦(He)、氩(Ar)等。作为非活性气体,能够使用它们中的1种以上。这一点在后述的各步骤中也是同样。

[0097] 另外,在本步骤之前、且在开始第一气体向处理室201内的供给之前,也可以调节APC阀283而通过真空泵284对反应管210内进行排气。由此,第一气体的流速、特别是供给开始时的流速上升,能够缩短处理室201内的第一气体的滞留时间τ。

[0098] 另外,本步骤中的处理室201内的温度也可以设定为高于第一气体的分解温度。由此,通过第一气体的反应性增大而使成膜速率改善、并且通过缩短处理室201内的第一气体的滞留时间,从而能够抑制第一气体的分解率变高。

[0099] 本步骤可以以衬底S表面的吸附位点的至少一部分成为化学吸附有第一元素含有物(包含第一气体所含的第一元素的物质)的第一元素位点的方式进行。

[0100] 在上述实施方式中,例如,可以将作为第14族元素的硅(Si)、锗(Ge)、作为第13族元素的铝(Al)、镓(Ga)、铟(In)作为第1元素。此外,例如,也可以将过渡金属元素作为第1元素。作为过渡金属元素,例如,可以将作为第4族元素的钛(Ti)、锆(Zr)、Hf(铪)、作为第5族元素的铌(Nb)、钽(Ta)、作为第6族元素的钼(Mo)、钨(W)、作为第7族元素的锰(Mn)、作为第8族元素的钌(Ru)、作为第9族元素的钴(Co)、作为第10族元素的镍(Ni)等作为第1元素。

[0101] 作为第一气体,例如,能够使用含有作为第一元素的Si的含Si气体。作为含Si气体,能够使用例如含Si及氯(Cl)的气体。作为含Si及Cl的气体,例如能够使用HCDS气体等包含Si－Si键的原料气体等。此外,作为含Si及Cl的气体,例如可以使用1,1,2,2－四氯－1,2－二甲基二硅烷($(CH_3)_2Si_2Cl_4$、简称:TCDMDS)、1,2－二氯－1,1,2,2－二甲基二硅烷($(CH_3)_4Si_2Cl_2$、简称:DCTMDS)。TCDMDS具有Si－Si键,还包含氯基、亚烷基。此外,DCTMDS具有Si－Si键,还包含氯基、亚烷基。作为第一气体,能够使用它们中的1种以上。

[0102] 作为第一气体,在使用例如HCDS气体的情况下,若HCDS气体被分解、Si键间的连接键被切断,则生成与HCDS气体相比反应性高的$SiCl_4$和$SiCl_2$。即,HCDS气体如下所示地分解。

[0103] HCDS(Si_2Cl_6)→$SiCl_4$+$SiCl_2$

[0104] 与HCDS相比,$SiCl_4$和$SiCl_2$反应性高,因此HCDS的分解率高,HCDS越分解反应越进行。而且,作为后述的第二气体,使用例如氨(NH_3)气体的情况下,$SiCl_2$和$SiCl_4$分别与后述的NH基反应而形成SiN层,此时生成氯化氢(HCl)等反应副产物。

[0105] 衬底S表面的吸附位点的至少一部分成为化学吸附有含Si物(包含Si的物质)的Si位点,但HCl等反应副产物被吸附至衬底S上的吸附位点,阻碍含Si物的吸附。在本步骤中,通过闪速供给第一气体,从供给开始起在短时间内对衬底S大量供给第一气体,因此能够减少HCl等反应副产物在衬底S上的吸附位点、使含Si物的吸附量增加。由此,能够提高成膜速率,并且能够提高阶梯覆盖率性能。

[0106] ＜吹扫,步骤S2＞

[0107] 在本步骤中,对在内部配置有衬底S的处理室201供给吹扫气体。即,在步骤S1的第一气体的闪速供给后,使未吸附于吸附位点的含Si物、再吸附于衬底S表面的反应副产物脱离,并从反应管210内除去。

[0108] 具体而言,在打开阀254的状态下,关闭阀275,打开阀258、268、264,经由气体供给管255、265向气体供给管251、261内供给作为吹扫气体的非活性气体,并且在排气管281的阀282、APC阀283保持打开的状态下,利用真空泵284将反应管210内真空排气。

[0109] ＜第二气体供给工序,步骤S3＞

[0110] 接下来,对在内部配置衬底S的处理室201供给与第一气体反应的第二气体。具体

而言,在本步骤中,在设置于气体供给管261的罐269中预先贮留第二气体。并且,在供给第二气体时,打开罐269与喷嘴224之间的、设置在罐269的下游侧的阀264,从预先贮留有第二气体的罐269向气体供给管261内供给第二气体。然后,在从开始第二气体的供给起经过规定时间后,关闭阀264,停止第二气体向气体供给管261内的供给。

[0111] 第二气体从气体供给结构212经由上游侧整流部214在短时间内被大量供给至反应管210内后,经由衬底S上的空间、下游侧整流部215、气体排气结构213、排气管281被排气。此时,阀282呈打开的状态。APC阀283呈被调节为规定的开度的状态。这里,在将第二气体向处理室201内供给的期间,阀276可以是打开的状态,也可以是关闭的状态。优选阀276处于打开的状态。此外,也可以打开阀268,经由气体供给管265向气体供给管261内流入非活性气体。此外,为了防止第二气体向气体供给管251内的侵入,也可以打开阀258、254,向气体供给管251内流入非活性气体。此时,经由与反应管210内连通的气体供给结构212,从衬底S的侧方针对衬底S沿水平方向一次性大量地供给第二气体。

[0112] 在本步骤中,闪速供给第二气体。通过将在罐269内提高了压力的第二气体向处理室201内供给,能够向衬底S的面内均匀地供给第二气体。特别是,在衬底S上形成有成为半导体器件结构的凹部的情况下,能够达到凹部的底部而供给第二气体。

[0113] 另外,在本步骤中,APC阀283呈被调节至规定的开度的状态,在向处理室201内供给第二气体期间,利用真空泵284将反应管210内排气。由此,处理室201内能够达到规定的压力。此外,能够将处理室201内维持在规定的压力。

[0114] 具体而言,在本步骤中,在设置于气体供给管261的罐269中预先贮留第二气体。作为第二气体,例如在使用NH_3气体的情况下,此时的罐269内的压力例如为0.01～100kPa,优选为0.1～50kPa。

[0115] 而且,在供给第二气体时,打开设于罐269的下游侧的阀264(也称为下游侧阀),从罐269向气体供给管261内供给第二气体。此时,将处理室201内的压力(总压)设为例如0.1～100kPa,优选为300～5kPa,更优选为300～3kPa,更优选为2kPa～2.6kPa。然后,在从开始第二气体的供给起经过规定时间后,关闭阀264,停止第二气体向气体供给管261内的供给。此外,在该步骤中,也可以打开罐269的上游侧的阀276(也称为上游侧阀)来进行。这里,供给第二气体的时间设为0.1秒～5秒左右,优选为2～5秒,更优选为2～4秒。

[0116] 第二气体从气体供给结构212经由上游侧整流部214在短时间内被大量地供给至反应管210内。之后,经由衬底S上的空间、下游侧整流部215、气体排气结构213、排气管281被排气。

[0117] 需要说明的是,也可以将此时的处理室201内的温度设定为高于第二气体的分解温度。此外,在本步骤中,也可以与上述的步骤S1同样地,基于处理室201内的第二气体的分解率X与在处理室201内的第二气体的滞留时间τ的规定的关系来设定第二气体的滞留时间τ,从而控制第二气体的分解率X。

[0118] 作为第二气体,例如,可以使用与第一气体不同的含有第二元素的气体。第二元素例如为N、氧(O)、碳(C)中的任一种。作为第二气体,例如能够使用含氢(H)及N的气体。作为含H及N的气体,例如,能够使用氨(NH_3)气体、二氮烯(N_2H_2)气体、肼(N_2H_4)气体、N_3H_8气体等包含N-H键的氮化氢系气体。作为第二气体,能够使用它们中的1种以上。

[0119] 作为第二气体,在使用包含N-H键的氮化氢系气体、且NH_3、N_2H_4等在氮上键合有多

个氢的气体的情况下,有时在衬底S的表面发生以下的逐步反应。在以下的模型中,x、y、z为整数,呈x＞y＞z的关系,有时会发生H从N-H键的分子(配体)脱离的反应直至z成为1为止。直至z成为1为止,有时NHx、NHy、H等(在本发明中也称为脱离物)脱离。该脱离不仅在本步骤S3发生,有时也在其他步骤中发生。

[0120] 逐步反应模型:NHx→NHy→NHz

[0121] 在发生这样的逐步的反应的膜形成工艺中,存在难以提高形成于衬底S的膜的特性的均匀性的情况。特别是在衬底S形成有凹部的情况下,产生形成于凹部的上部的膜与形成于凹部的底部的膜的膜特性会不同的课题。这里,膜特性中有膜厚,氮缺损量、折射率等等。

[0122] 上述脱离物不仅在本步骤S3中产生,有时在其他步骤中也会产生。例如,在步骤S3之后进行的步骤S1中产生的情况下,有时脱离物与第一气体发生反应(气相反应)。在发生这样的气相反应的情况下,会形成不期望的膜形成,有时无法提高衬底S的膜特性的均匀性。例如,难以提高形成于凹部内的膜的阶梯覆盖率(S/C)。

[0123] 对于这样的课题,在本发明的步骤S3中,通过在上述条件下闪速供给第二气体,能够缩短至上述逐步反应发生收敛为止的时间,能够解决因逐步反应而产生的上述课题。特别是,在形成有凹部的衬底S中,能使形成于凹部内的膜的S/C接近100%。此外,形成于凹部内的膜为含氮膜的情况下,能在从凹部的上部到底部的范围内形成膜中的氮缺损量成为2.5×10^{18}个/cm^3以上的膜。

[0124] 另外,优选的是,上述第二气体的供给条件(压力、时间、等)根据形成于衬底S的凹部的纵横比进行调节。

[0125] 另外,在具有上述逐步反应模型的膜的形成工艺中,以使第二气体的供给时间比第一气体的供给时间长的时间进行供给是优选的。由此,能够达到衬底S的面内的角角落落而供给第二气体。特别是,能够将充分量的第二气体供给至凹部的底部。

[0126] 另外,在具有上述逐步反应模型的膜的形成工艺中,使供给第二气体时的APC阀283的开度小于供给第一气体时的APC阀283的开度是优选的。由此,能够达到衬底S的面内的角角落落而供给第二气体。特别是,能够将充分量的第二气体供给凹部的底部。

[0127] 另外,在具有上述逐步反应模型的膜的形成工艺中,使供给第二气体时的处理室201内的压力高于供给第一气体时的处理室201内的压力是优选的。由此,能够达到衬底S的面内的角角落落而供给第二气体。特别是,能够将充分量的第二气体供给至凹部的底部。

[0128] 另外,在具有上述逐步反应模型的膜的形成工艺中,使第二气体的供给量多于第一气体的供给量是优选的。由此,能够达到衬底S的面内的角角落落而供给第二气体。特别是,能够将充分量的第二气体供给至凹部的底部。这里,所谓各气体的供给量,是指压力、时间、罐容量、罐内压力等中的一者以上。

[0129] 另外,在具有上述逐步反应模型的膜的形成工艺中,期望缩短逐步反应发生收敛的时间。此外,在衬底S形成有凹部的情况下,使逐步反应发生收敛的时间在凹部的上部(开口侧)和底部(深侧)处一致是优选的。作为这样的方法,有在上述条件下闪速供给第二气体的方法。

[0130] ＜吹扫,步骤S4＞

[0131] 在本步骤中,对在内部配置有衬底S的处理室201,通过与步骤S2同样的处理步骤

供给吹扫气体。即,在步骤S3的第二气体的闪速供给后,使未吸附于吸附位点的第二气体、通过与第二气体反应而生成并再吸附于衬底S表面的反应副产物脱离,并从反应管210内除去。

[0132] 具体而言,在打开阀264的状态下,关闭阀276,打开阀268、258、254,经由气体供给管255、265向气体供给管251、261内供给作为吹扫气体的非活性气体,并且在排气管281的阀282、APC阀283保持打开的状态下,利用真空泵284将反应管210内真空排气。由此,能够抑制存在于反应管210内的、气相中的第一气体与第二气体的反应。

[0133] (实施规定次数)

[0134] 将依次非同时地进行上述的第一气体供给工序和第二气体供给工序的循环进行规定次数(n次,n为1以上的整数),从而在具有凹部的衬底S上形成规定厚度的膜。例如,在作为第一气体使用HCDS气体、作为第二气体使用含H及N的气体的情况下,形成SiN膜。由此,在具有凹部的衬底S上,能够形成阶梯覆盖率性能得以改善、成膜速率得以提高的膜。

[0135] (S110)

[0136] 接着,对衬底搬出工序S110进行说明。在S110中,以与上述衬底搬入工序S104相反的步骤,将处理完毕的衬底S向移载室217外搬出。

[0137] (S112)

[0138] 接着,对判定S112进行说明。这里,判定是否对衬底处理了规定次数。若判断为未进行规定次数处理,则返回衬底搬入工序S104,处理下一个衬底S。若判断为进行了规定次数处理,则结束处理。

[0139] 需要说明的是,在上述中,虽然在气流的形成中表述为水平,但只要整体上沿水平方向形成气体的主流即可,只要为不影响多个衬底的均匀处理的范围内,则也可以是沿垂直方向扩散的气流。

[0140] 此外,在上述中,有相同程度、同等、相等等表述,它们当然包含实质上相同的内容。

[0141] (其他实施方式)

[0142] 以上,对本方式的实施方式进行了具体说明,但并不限定于此,能在不脱离其主旨的范围内进行各种变更。

[0143] 在上述方式中,使用在上述的第一气体供给系统250中具备罐259的情况进行了说明,但本方式不限于此。即,在第一气体供给系统250中,也可以不具备罐259,而将第一气体通过非闪速供给的方法进行供给。在该情况下,可得到与上述方式同样的效果。

[0144] 同样地,在上述第二气体供给系统260中,使用具备罐269的情况进行了说明,但本方式不限于此。即,在第二气体供给系统260中,也可以不具备罐269,而将第二气体以非闪速供给的方法进行供给。在该情况下,可得到与上述方式同样的效果。

[0145] 另外,在上述方式中,以在衬底处理装置所进行的成膜处理中、在衬底S上使用第一气体和第二气体形成膜的情况为例进行了列举,但本方式不限于此。即,也可以使用其他种类的气体作为用于成膜处理的处理气体来形成其他种类的薄膜。此外,即使在使用3种以上的处理气体的情况下,也能应用本方式。

[0146] 另外,在上述方式中,作为衬底处理装置所进行的处理以成膜处理为例进行了列举,但本方式不限于此。即,本方式也能够适用于在上述方式中例举的成膜处理以外的成膜

处理。

[0147] 另外,在上述方式中,对使用一次处理多张衬底的分批式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方式,例如,在使用一次处理1张或多张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应用。此外,在上述方式中,对使用具有热壁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方式,在使用具有冷壁型的处理炉的衬底处理装置形成膜的情况下,也能够合适地应用。

[0148] 在使用这些衬底处理装置的情况下,也能够在与上述方式、变形例同样的处理步骤、处理条件下进行各处理,能得到与上述方式、变形例同样的效果。

[0149] 上述方式、变形例能够适当组合而使用。此时的处理步骤、处理条件例如能够设为与上述方式、变形例的处理步骤、处理条件同样。

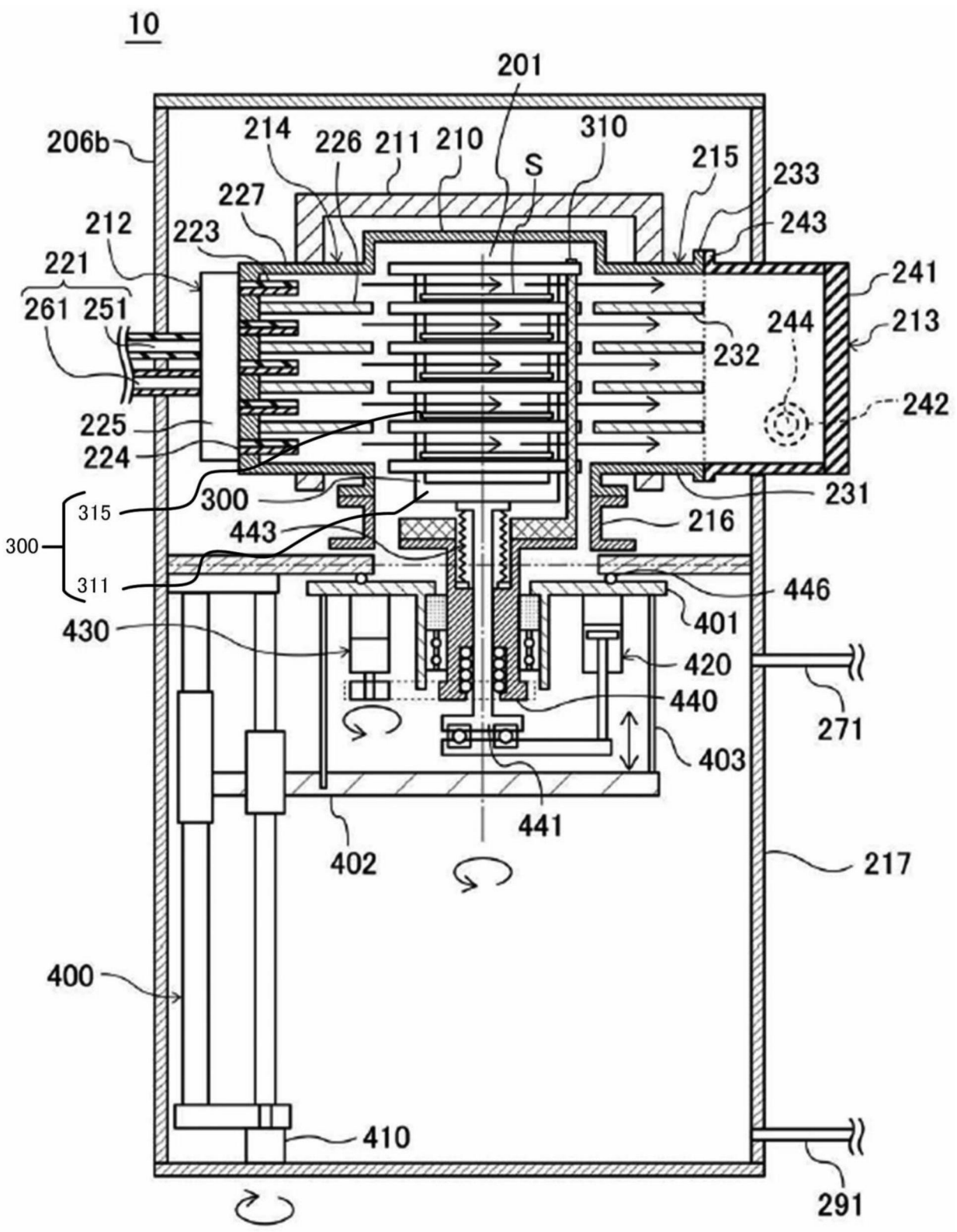

10
201
206b
214
226
211
210
310
215
233
227
S
243
212
223
221
241
261
251
244
213
232
225
242
224
231
300
315
443
216
300
311
446
401
430
420
440
271
403
441
402
217
400
410
291

图1

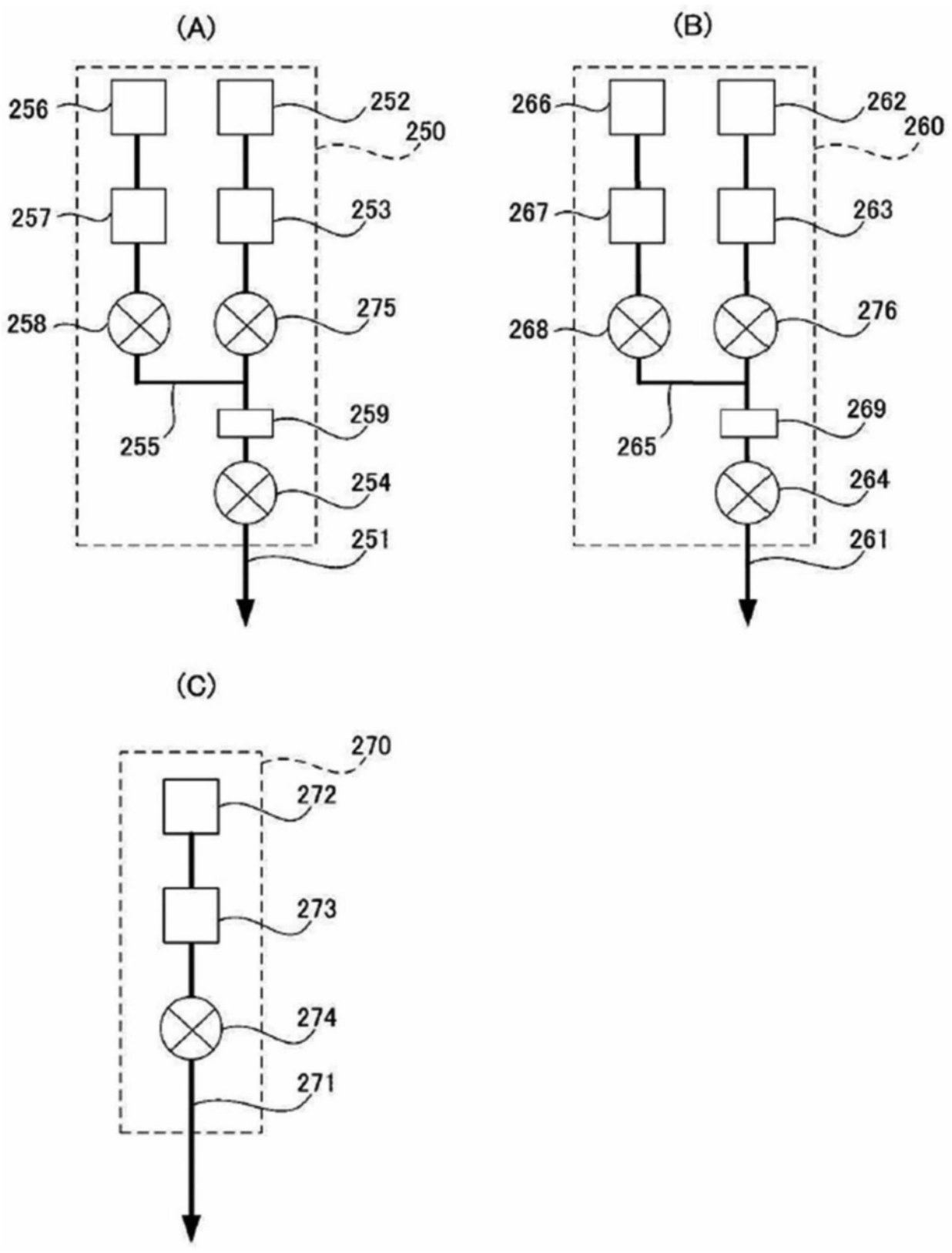

(A)
256
252
250
257
253
258
275
255
259
254
251
(B)
266
262
260
267
263
276
268
265
269
264
261
(C)
270
272
273
274
271

图2

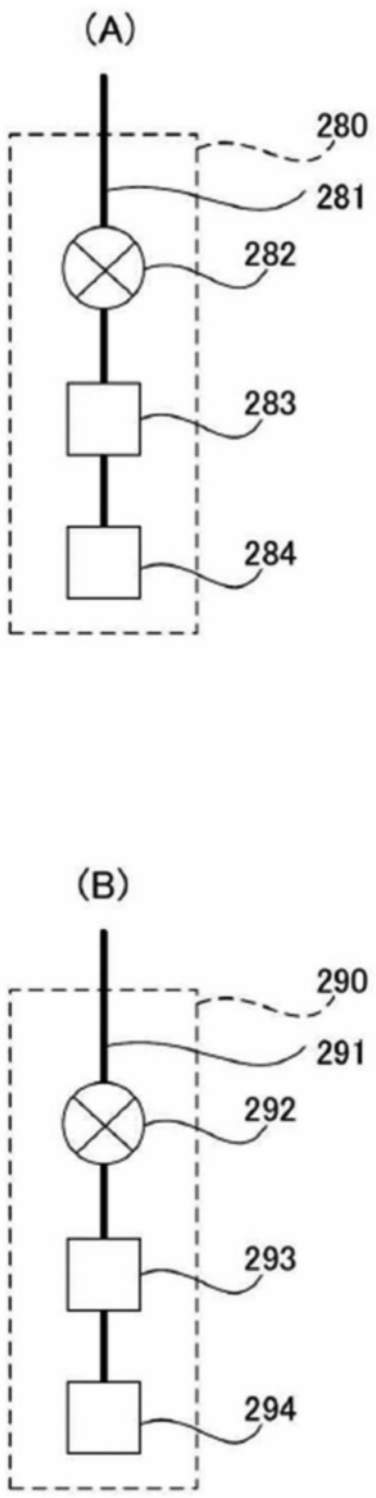


图3

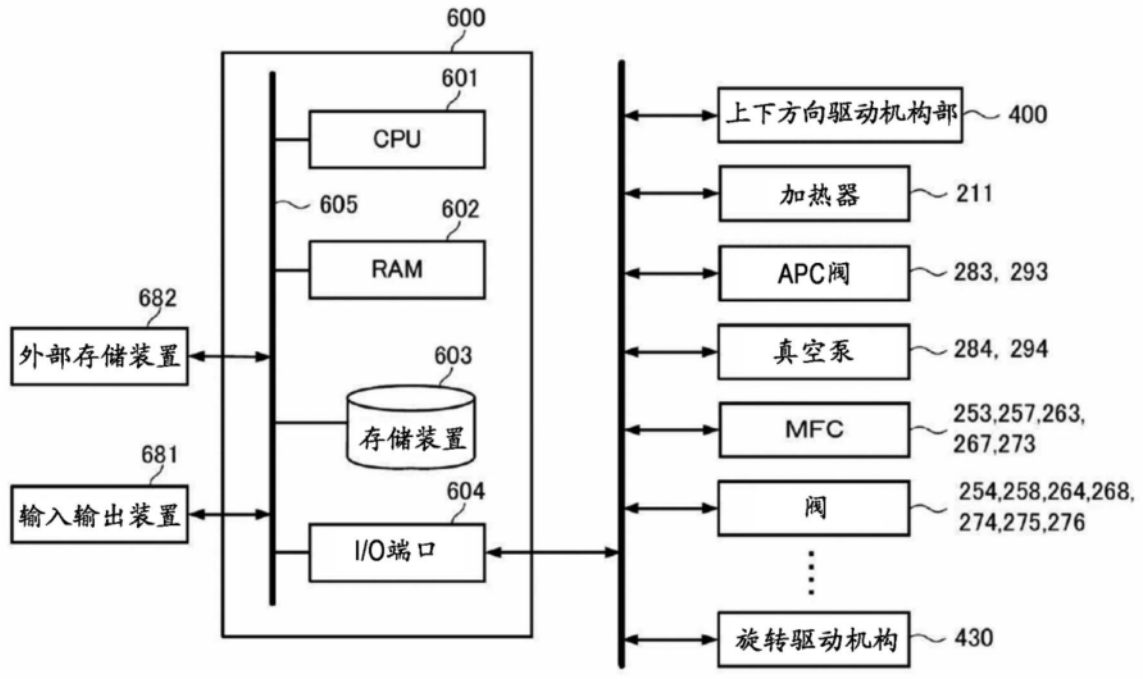

600
601
CPU
605
602
RAM
682
外部存储装置
603
存储装置
681
输入输出装置
604
I/O端口
上下方向驱动机构部
400
加热器
211
APC阀
283, 293
真空泵
284, 294
MFC
253,257,263,
267,273
阀
254,258,264,268,
274,275,276
旋转驱动机构
430

图4

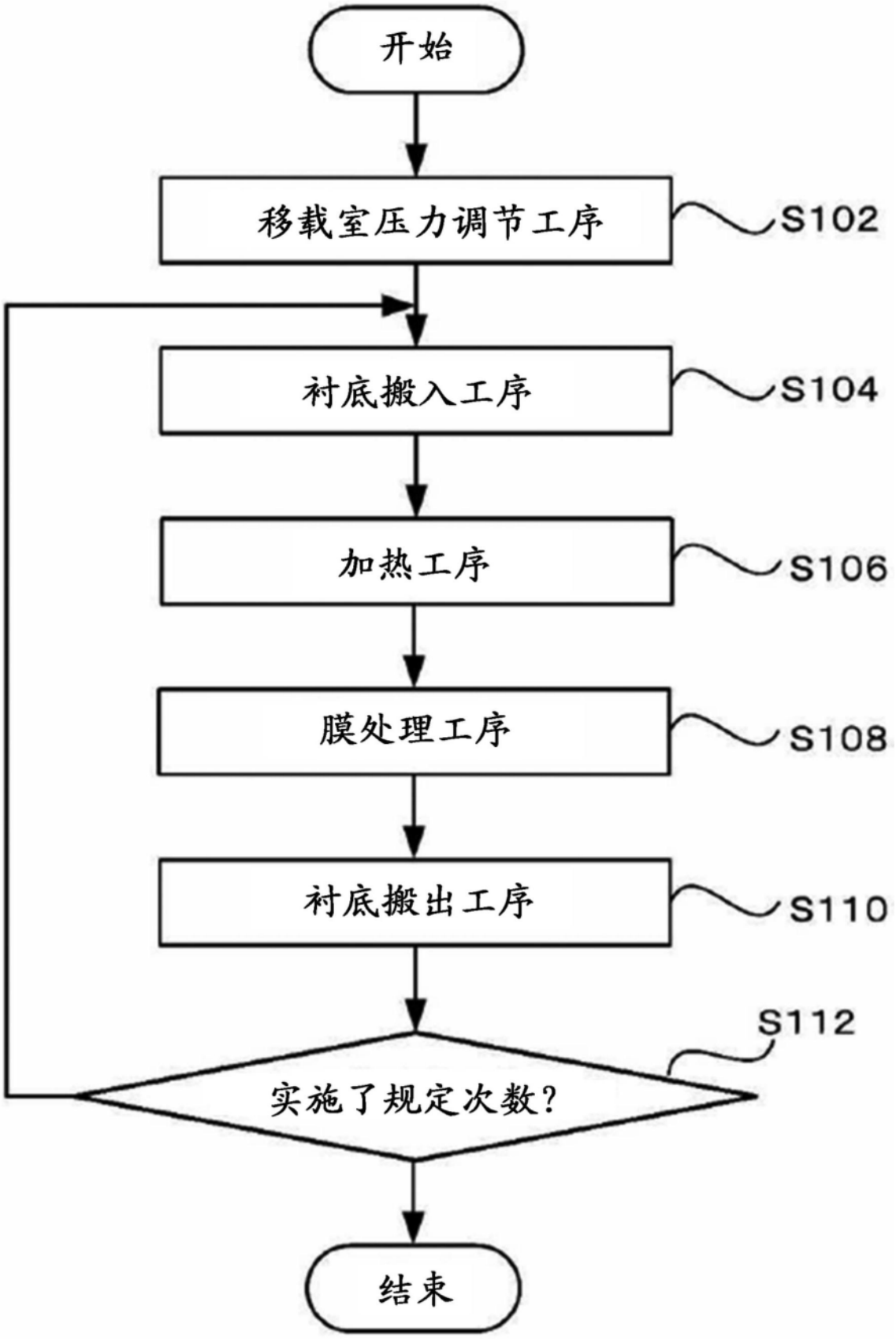

开始
移载室压力调节工序
S102
衬底搬入工序
S104
加热工序
S106
膜处理工序
S108
衬底搬出工序
S110
S112
实施了规定次数?
结束

图5

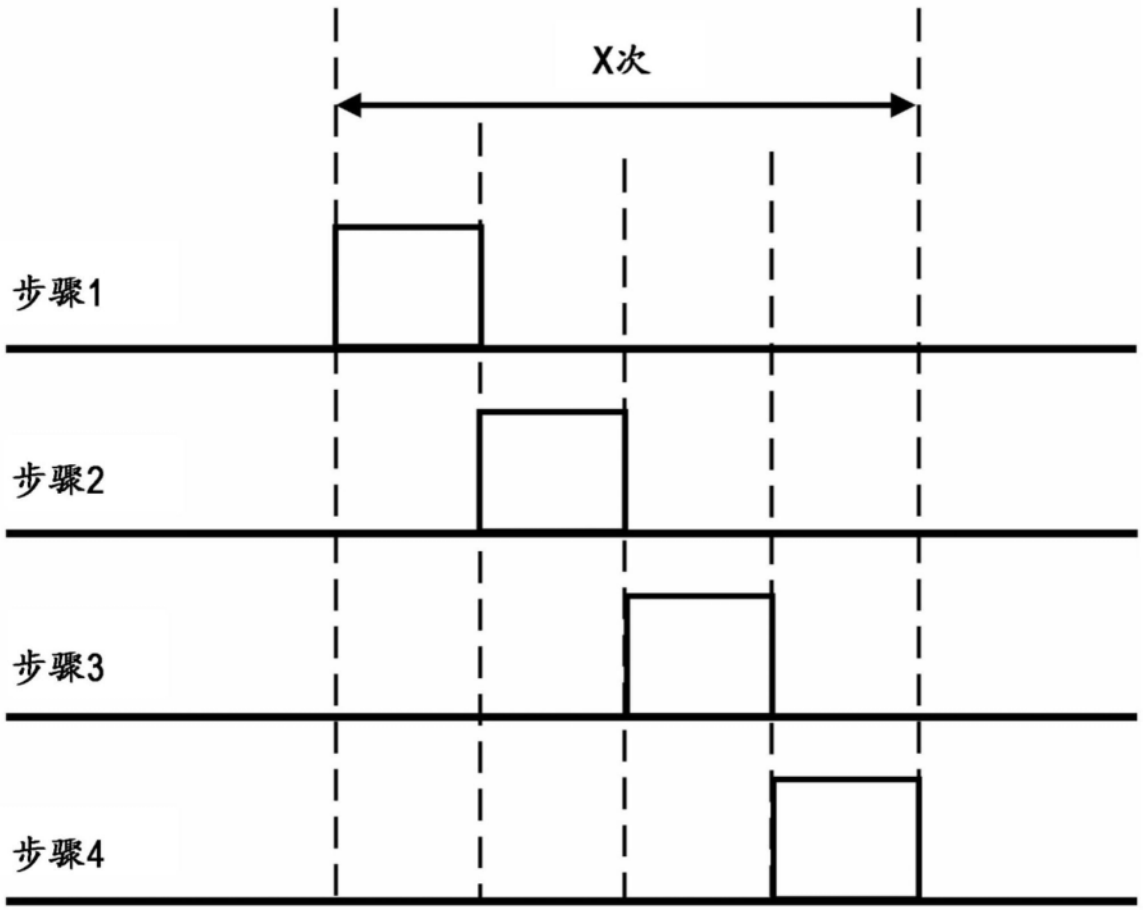


图6