



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102534549 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201110457396. 9

(22) 申请日 2011. 12. 27

(30) 优先权数据

2010-290405 2010. 12. 27 JP

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 柿本明修 远藤笃史 久保万身

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 李茂家

(51) Int. Cl.

*C23C 16/40* (2006. 01)

*C23C 16/26* (2006. 01)

*C23C 16/44* (2006. 01)

*C23C 16/455* (2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法和成膜装置

(57) 摘要

本发明提供一种即使在碳膜上形成氧化物膜也能够抑制碳膜的膜厚减少的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法。其具备在被处理体上形成碳膜的工序(步骤1);在碳膜上形成被氧化体层的工序(步骤2);和一边使被氧化体层氧化、一边在被氧化体层上形成氧化物膜的工序(步骤3)。

1. 一种在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,其具备如下工序:

- (1) 在被处理体上形成碳膜的工序,
- (2) 在所述碳膜上形成被氧化体层的工序,
- (3) 一边使所述被氧化体层氧化、一边在所述被氧化体层上形成氧化物膜的工序。

2. 根据权利要求1所述的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,所述被氧化体层为含硅的层。

3. 根据权利要求2所述的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,所述(2)工序包括如下工序:

加热所述被处理体,供给氨基硅烷系气体至所述碳膜的表面,从而在所述碳膜上形成晶种层的工序;

对形成有所述晶种层的所述被处理体进行加热,供给不含氨基的硅烷系气体至所述晶种层的表面,从而在所述晶种层上形成所述硅层的工序。

4. 根据权利要求3所述的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,所述氨基硅烷系气体选自含有以下至少一种的气体,

BAS(丁基氨基硅烷)

BTBAS(双(叔丁基氨基)硅烷)

DMAS(二甲基氨基硅烷)

BDMAS(双(二甲基氨基)硅烷)

TDMAS(三(二甲基氨基)硅烷)

DEAS(二乙基氨基硅烷)

BDEAS(双(二乙基氨基)硅烷)

DPAS(二丙基氨基硅烷)、

以及 DIPAS(二异丙基氨基硅烷),

所述不含氨基的硅烷系气体选自含有以下至少一种的气体,

$\text{SiH}_2$

$\text{SiH}_4$

$\text{SiH}_6$

$\text{Si}_2\text{H}_4$

$\text{Si}_2\text{H}_6$

以  $\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$  的式子表示的硅的氢化物,其中,  $m$  为 3 以上的自然数、

和以  $\text{Si}_n\text{H}_{2n}$  的式子表示的硅的氢化物,其中,  $n$  为 3 以上的自然数。

5. 根据权利要求4所述的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,所述以  $\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$  的式子表示的硅的氢化物选自以下的至少一种,其中,  $m$  为 3 以上的自然数,

三硅烷 ( $\text{Si}_3\text{H}_8$ )

四硅烷 ( $\text{Si}_4\text{H}_{10}$ )

五硅烷 ( $\text{Si}_5\text{H}_{12}$ )

六硅烷 ( $\text{Si}_6\text{H}_{14}$ )

七硅烷 ( $\text{Si}_7\text{H}_{16}$ ),

所述以  $\text{Si}_n\text{H}_{2n}$  的式子表示的硅的氢化物选自以下的至少一种,其中,  $n$  为 3 以上的自然

数,

环三硅烷 ( $\text{Si}_3\text{H}_6$ )

环四硅烷 ( $\text{Si}_4\text{H}_8$ )

环五硅烷 ( $\text{Si}_5\text{H}_{10}$ )

环六硅烷 ( $\text{Si}_6\text{H}_{12}$ )

环七硅烷 ( $\text{Si}_7\text{H}_{14}$ )。

6. 根据权利要求 3 所述的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,所述硅层的膜厚为 3nm 以上且 5nm 以下。

7. 根据权利要求 1 所述的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,所述氧化物膜为氧化硅膜。

8. 根据权利要求 1 所述的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,其特征在于,所述被处理体为半导体晶圆,所述成膜方法用于半导体装置的制造工艺。

9. 一种成膜装置,其特征在于,其为在碳膜上形成氧化物膜的成膜装置,其具备

用于收容形成有所述碳膜的被处理体的处理室、

向所述处理室内供给用于成膜被氧化体层的被氧化体成膜气体和用于成膜氧化物膜的氧化物成膜气体的气体供给机构、

和用于控制所述气体供给机构的控制装置,

所述控制装置以在所述处理室内对所述被处理体执行权利要求 1 所述的成膜方法的方式来控制所述气体供给机构。

10. 根据权利要求 9 所述的成膜装置,其特征在于,用于成膜被氧化体层的被氧化体成膜气体包括氨基硅烷系气体、不含氨基的硅烷系气体,

所述控制装置以在所述处理室内对所述被处理体执行权利要求 3~8 中任一项所述的成膜方法的方式来控制所述气体供给机构。

11. 根据权利要求 9 所述的成膜装置,其特征在于,所述气体供给机构还供给含碳气体。

## 在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法和成膜装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法和成膜装置。

### 背景技术

[0002] 在半导体装置的制造工艺中,有时在碳膜上形成氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 膜然后进行图案化。

[0003] 例如,以往已记载有如下技术:在非晶碳膜上形成  $\text{SiO}_2$  膜,将该  $\text{SiO}_2$  膜图案化,进而使用图案化后的  $\text{SiO}_2$  膜对非晶碳膜进行蚀刻。

### 发明内容

[0004] 发明要解决的问题

[0005] 然而,在碳膜上直接成膜  $\text{SiO}_2$  膜时,存在碳膜的膜厚会减少这一情况。例如,将处理温度设为室温而进行采用了等离子体的 ALD 法时,碳膜产生 3 ~ 4nm 左右的膜厚的减少。此外,将处理温度设为 300 °C 而在相同条件下进行采用了等离子体的 ALD 法时,碳膜发生 5 ~ 7nm 左右的膜厚的减少。其主要原因之一在于,在  $\text{SiO}_2$  膜的成膜初始阶段,碳膜表面的碳与氧 ( $\text{O}_2$ )、氧自由基 ( $\text{O}^*$ ) 反应,变成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$  而挥发掉。

[0006] 本发明提供即使在碳膜上形成氧化物膜也能够抑制碳膜的膜厚减少的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法、以及能够实施该成膜方法的成膜装置。

[0007] 用于解决问题的方案

[0008] 本发明的第 1 技术方案的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法具备如下工序:(1) 在被处理体上形成碳膜的工序,(2) 在所述碳膜上形成被氧化体层的工序,和 (3) 一边使所述被氧化体层氧化、一边在所述被氧化体层上形成氧化物膜的工序。

[0009] 本发明的第 2 技术方案的成膜装置,其为在碳膜上成膜氧化物膜的成膜装置,其具备用于收容形成有所述碳膜的被处理体的处理室、向所述处理室内供给用于成膜被氧化体层的被氧化体成膜气体和用于成膜氧化物膜的氧化物成膜气体的气体供给机构、和用于控制所述气体供给机构的控制装置,所述控制装置以在所述处理室内对所述被处理体执行上述第 1 技术方案所述的成膜方法的方式来控制所述气体供给机构。

### 附图说明

[0010] 图 1 的 (A) 是表示本发明的一实施方式的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法之一例的流程图,图 1 的 (B) 是表示图 1 的 (A) 中的步骤 2 之一例的流程图。

[0011] 图 2 的 (A) ~ 图 2 的 (E) 是概略表示图 1 的 (A) 和图 1 的 (B) 所示的顺序中的被处理体的状态的剖视图。

[0012] 图 3 是表示堆积时间与硅层 4 的膜厚的关系的图。

[0013] 图 4 是将图 3 中的虚线框 A 内放大后的放大图。

[0014] 图 5 是概略表示能够实施一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法的

成膜装置之一例的剖面图。

## 具体实施方式

### [0015] 成膜方法

[0016] 图 1 的 (A) 是表示本发明的一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法之一例的流程图,图 1 的 (B) 是表示图 1 的 (A) 中的步骤 2 之一例的流程图,图 2 的 (A) ~图 2 的 (E) 是概略表示图 1 的 (A) 和图 1 的 (B) 所示的顺序中的被处理体的状态的剖面图。

[0017] 首先,如图 1 的 (A) 中的步骤 1 所示,在被处理体上形成碳膜。本例中,作为被处理体使用半导体晶圆,例如硅晶圆 W。在该硅晶圆 W 的硅基板 1 上在本例中形成非晶碳膜 2(图 2 的 (A))。非晶碳膜 2 可以通过如下方法来形成:例如使用处理温度设为 200℃~400℃的等离子体 CVD(Chemical Vapor Deposition) 法、等离子体 ALD(Atomic Layer Deposition) 法、或等离子体 MLD(Molecular Layer Deposition) 法来成膜的方法;使用处理温度设为 700℃~900℃的热 CVD 法来成膜的方法。作为成膜气体,可以使用含碳气体,例如乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) 气体等。

[0018] 接着,如图 1 的 (A) 中的步骤 2 所示,在非晶碳膜 2 上形成被氧化体层。构成被氧化体层的物质只要是能够氧化的物质即可。本例中,选择硅作为构成被氧化体层的物质,形成了含硅的层。此外,本例中含硅的层如图 1 的 (B) 所示那样通过两个阶段形成。

[0019] 最初,如图 1 的 (B) 中的步骤 21 所示,将形成有非晶碳膜 2 的硅晶圆 W 搬入成膜装置的处理室内,在非晶碳膜 2 上形成晶种层 3(图 2 的 (B))。本例中,升高处理室内的温度,对形成有非晶碳膜 2 的硅晶圆 W 进行加热,供给氨基硅烷系气体至加热后的非晶碳膜 2 的表面。由此,在非晶碳膜 2 的表面上形成了晶种层 3。

[0020] 作为氨基硅烷系气体的例子,可以列举出

[0021] BAS(丁基氨基硅烷)

[0022] BTBAS(双(叔丁基氨基)硅烷)

[0023] DMAS(二甲基氨基硅烷)

[0024] BDMAS(双(二甲基氨基)硅烷)

[0025] TDMAS(三(二甲基氨基)硅烷)、

[0026] DEAS(二乙基氨基硅烷)、

[0027] BDEAS(双(二乙基氨基)硅烷)、

[0028] DPAS(二丙基氨基硅烷)、

[0029] DIPAS(二异丙基氨基硅烷)

[0030] 等。本例使用了 DIPAS。

[0031] 步骤 21 中的处理条件之一例为,

[0032] DIPAS 流量 :400sccm

[0033] 处理时间 :5min

[0034] 处理温度 :400℃

[0035] 处理压力 :133Pa(1Torr)。

[0036] 在本说明书中以下将步骤 21 的工序称为预供气(preflow)。

[0037] 步骤 21 是为了使硅原料容易吸附在非晶碳膜 2 上的工序。另外,本说明书中记载

了在步骤 21 中形成晶种层 3,但实际上几乎不能成膜。晶种层 3 的厚度优选为单原子层级别的厚度左右。若论及具体的晶种层 3 的厚度,则为 0.1nm 以上且 0.3nm 以下。

[0038] 接着,如图 1 的 (B) 中的步骤 22 所示,在晶种层 3 上形成硅层 4(图 2 的 (C))。本例中,在上述处理室内,对形成有晶种层 3 的硅晶圆 W 进行加热,供给不含氨基的硅烷系气体至加热后的晶种层 3 的表面。由此,不含氨基的硅烷系气体在晶种层 3 的表面上被热分解,从而在晶种层 3 上形成了硅层 4。像这样,本例的被氧化体层 5 包含膜厚 0.1nm 以上且 0.3nm 以下的晶种层 3 和在晶种层 3 上形成的硅层 4,作为整体膜厚之一例,例如,为 3nm 以上且 5nm 以下。

[0039] 作为不含氨基的硅烷系气体的例子,可以列举出含有以下中的至少一种的气体,

[0040]  $\text{SiH}_2$

[0041]  $\text{SiH}_4$

[0042]  $\text{SiH}_6$

[0043]  $\text{Si}_2\text{H}_4$

[0044]  $\text{Si}_2\text{H}_6$

[0045] 以  $\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$  (其中,  $m$  为 3 以上的自然数) 的式子表示的硅的氢化物,

[0046] 以及以  $\text{Si}_n\text{H}_{2n}$  (其中,  $n$  为 3 以上的自然数) 的式子表示的硅的氢化物。本例中使用了  $\text{SiH}_4$  (单硅烷)。

[0047] 步骤 22 中的处理条件之一例为,

[0048] 单硅烷流量 :800sccm

[0049] 处理时间 :3min

[0050] 处理温度 :530℃

[0051] 处理压力 :133Pa (1Torr)。

[0052] 在上述单硅烷流量、处理温度和处理压力的条件下,以大约 3min 的处理时间 (堆积时间),在晶种层 3 上形成 3nm 左右薄的硅层 4,从而形成了包含晶种层 3 和硅层 4 的被氧化体层 5。

[0053] 接着,如图 1 的 (A) 中的步骤 3 所示,在上述处理室内,在使被氧化体层 5 本例中为包含晶种层 3 和硅层 4 的被氧化体层 5 氧化 (图 2 的 (D)) 的同时,在被氧化体层 5 上形成氧化物膜。本例中,将作为氧化物膜的氧化硅膜 6 成膜在被氧化体层 5 上 (图 2 的 (E))。

[0054] 根据像这样一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,本例中,在使形成于非晶碳膜 2 上的被氧化体层 5 氧化的同时,在非晶碳膜 2 上形成氧化物膜、本例中为氧化硅膜 6。因此,即使在非晶碳膜 2 上形成氧化硅膜 6,也能够抑制非晶碳膜 2 的膜厚减少。

[0055] 非晶碳膜 2 的膜厚减少的主要原因之一在于,在氧化硅膜 6 的成膜初始阶段,如果氧化剂例如氧 ( $\text{O}_2$ )、氧自由基 ( $\text{O}^*$ ) 与非晶碳膜 2 表面接触,碳会与氧、氧自由基反应,变成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$  从而挥发掉。

[0056] 针对这样的情况,在一实施方式中,预先在非晶碳膜 2 的表面上形成被氧化体层 5。因此,在氧化硅膜 6 的成膜初始阶段,可以抑制氧、氧自由基直接与非晶碳膜 2 的表面接触。因此,非晶碳膜 2 的碳变得难以挥发,能够抑制其膜厚减少。

[0057] 此外,在一实施方式中,使被氧化体层 5 被氧化之后,然后,成为与所形成的氧化物膜相同的膜。本例中,使被氧化体层 5 为含硅的层,使氧化物膜为氧化硅膜 6。含硅的层

被氧化而变为氧化硅层,变得与氧化硅膜 6 相同。此外,还有能够使用于成膜被氧化体层 5 的成膜气体和用于成膜氧化物膜的成膜气体相同这一优点。本例中,可以将氨基硅烷系气体、或不含氨基的硅烷系气体作为氧化物膜的成膜气体来使用。当然,也可以是在非晶碳膜 2 与氧化硅膜 6 之间夹着与氧化硅不同的氧化物的结构,但如果想得到不夹着不同的氧化物的结构,可以如本一实施方式所述那样来进行即可。

[0058] 此外,含硅的被氧化体层 5 被氧化而形成的氧化硅层作为氧难以通过的氧阻挡层而起作用。因此,可以抑制在氧化硅膜 6 成膜期间氧化剂通过被氧化体层 5 而到达非晶碳膜 2 的情况。因此,在氧化硅膜 6 成膜期间,也可以抑制意外的非晶碳膜 2 的膜厚减少。

[0059] 此外,在一实施方式中,被氧化体层 5 通过晶种层 3 的形成和硅层 4 的形成这两个阶段来形成。根据该构成,可以得到能够使形成于非晶碳膜 2 上的被氧化体层 5 的膜厚极薄这一优点。如果举出极薄膜厚的一例,为 3nm 以上且 5nm 以下。

[0060] 硅层通常使用不含氨基的硅烷系气体来形成。然而,使用不含氨基的硅烷系气体在非晶碳膜 2 上成膜膜厚为例如 3nm 以上且 5nm 以下的硅层 4 时,由于为硅处于晶粒 (grain) 成长阶段,因此可以得到晶粒间产生有间隙的硅层 4。在这样的硅层 4 中,在氧化硅膜 6 的成膜初始阶段,氧化剂经由间隙直接与非晶碳膜 2 的表面接触。其结果是,非晶碳膜 2 被氧化而挥发掉。因此,与没有间隙的硅层 4 相比,抑制非晶碳膜的膜厚减少的效果变弱。

[0061] 然而,一实施方式中,在形成硅层 4 之前,使用氨基硅烷系气体在非晶碳膜 2 上形成晶种层 3 (预供气)。硅层 4 形成于晶种层 3 上。如此一来,可以缩短到硅层 4 的成膜开始为止的时间 (以下称为孵育时间)。孵育时间短意味着,即使是极薄硅层 4、例如膜厚为 3nm 以上且 5nm 以下的硅层 4,也可以得到无间隙、膜质均匀的硅层 4。

[0062] 图 3 表示堆积时间与硅层 4 的膜厚的关系。图 3 所示的结果是基底为氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 的情况,但无论基底为氧化硅或非晶形碳,均显示相同的倾向。其原因在于,进行了预供气,即氨基硅烷系气体被热分解从而得到的晶种层 3 形成于基底上。硅层 4 始终被吸附在晶种层 3 上而成膜。

[0063] 本例中使用的预供气中的处理条件为,

[0064] DIPAS 流量 :500sccm

[0065] 处理时间 :5min

[0066] 处理温度 :400℃

[0067] 处理压力 :53.2Pa (0.4Torr)。

[0068] 同样地本例使用的用于成膜硅层 4 的处理条件为,

[0069] 单硅烷流量 :500sccm

[0070] 堆积时间 :30min/45min/60min

[0071] 处理温度 :500℃

[0072] 处理压力 :53.2Pa (0.4Torr)。

[0073] 在堆积时间为 30min 时、45min 时、和 60min 时这 3 点测定了硅层 4 的膜厚。

[0074] 图 3 中的线 I 表示有预供气时的结果,线 II 表示无预供气时的结果。线 I、II 是用最小二乘法将测定的 3 个膜厚线性近似后的直线,式子为如下所示。

[0075] 线 I :  $y = 17.572x - 20.855 \dots (1)$

[0076] 线 II :  $y = 17.605x - 34.929 \dots (2)$

[0077] 如图 3 所示可知,有预供气时与无预供气时相比,硅层 4 的膜厚有增加的倾向。

[0078] 在上述 (1)、(2) 式设为  $y = 0$  即硅层 4 的膜厚为“0”时、将求出的线 I、II 与堆积时间的交点的情况示于图 4。

[0079] 另外,图 4 是将图 3 中的虚线框 A 内放大后的放大图。

[0080] 如图 4 所示,有预供气时,硅层 4 的堆积从处理开始后经过约 1.2min ( $x \doteq 1.189$ ) 开始。与此相对,无预供气的硅层时,硅层 4 的堆积从处理开始后经过约 2.0min ( $x \doteq 1.984$ ) 开始。

[0081] 像这样,通过对基底进行氨基硅烷系气体的预供气,可以将孵育时间从约 2.0min 缩短至约 1.2min。其结果是,可以使用单硅烷形成薄的膜厚例如 3nm ~ 5nm 左右的膜厚的硅层 4。

[0082] 以上,根据一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法,可以得到即使在碳膜上形成氧化物膜、也可以抑制碳膜的膜厚减少的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法。

### [0083] 成膜装置

[0084] 接着,对可以实施上述一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法的成膜装置之一例进行说明。

[0085] 图 5 为概略表示可以实施一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法的成膜装置之一例的剖视图。

[0086] 如图 5 所示,成膜装置 100 具有下端开口的有顶的圆筒体状的处理室 101。处理室 101 的整体由例如石英形成。处理室 101 内的顶部上设置有石英制的顶板 102。处理室 101 的下端开口部夹着 O 形密封圈等密封构件 104 连接有例如由不锈钢成形为圆筒体状的歧管 103。

[0087] 歧管 103 支承处理室 101 的下端。可以从歧管 103 的下方插入石英制晶圆舟 105 至处理室 101 内,所述晶圆舟 105 可以多层载置多张被处理体,例如 50 ~ 100 张半导体晶圆,本例中为硅晶圆 W。晶圆舟 105 具有多根支柱 106,由形成于支柱 106 上的槽支承多张硅晶圆 W。

[0088] 晶圆舟 105 隔着石英制的保温筒 107 载置在工作台 108 上。工作台 108 被支承于贯穿用于开关歧管 103 的下端开口部的例如不锈钢制盖部 109 的旋转轴 110 上。旋转轴 110 的贯穿部上设置有例如磁性流体密封 111,可以气密地密封旋转轴 110 并以旋转轴 110 能够旋转的方式支承旋转轴 110。盖部 109 的周边部与歧管 103 的下端部之间设置有由例如 O 形密封圈构成的密封构件 112。由此保持处理室 101 内的密封性。旋转轴 110 被安装在由例如晶圆舟升降机 (boat elevator) 等升降机构 (未图示) 支承的臂 113 的顶端。由此,晶圆舟 105 和盖部 109 等被一体地升降从而被插入处理室 101 内或自处理室 101 内拔出。

[0089] 成膜装置 100 具备将用于处理的气体供给到处理室 101 内的处理气体供给机构 114 和将非活性气体供给到处理室 101 内的非活性气体供给机构 115。

[0090] 处理气体供给机构 114 包括含碳气体供给源 116、氨基硅烷系气体供给源 117、不含氨基的硅烷系气体供给源 118、含氧化剂气体供给源 119。含碳气体的一例为乙烯 ( $C_2H_4$ )



气体,含氧化剂气体的一例为氧气(O<sub>2</sub>)。

[0091] 非活性气体供给机构 115 包括非活性气体供给源 120。非活性气体用于吹扫气体等。非活性气体的一例为氮气(N<sub>2</sub>)。

[0092] 含碳气体供给源 116 经由流量控制器 121a 和开关阀 122a 与分散喷嘴 123 连接。分散喷嘴 123 由石英管构成,向内侧贯穿歧管 103 的侧壁、向上方弯曲而铅垂地延伸。在分散喷嘴 123 的铅垂部分上隔着规定的间隔形成有多个气体喷出孔 124。含碳气体从各气体喷出孔 124 沿水平方向向处理室 101 内大致均匀地喷出。

[0093] 氨基硅烷系气体供给源 117 经由流量控制器 121b 和开关阀 122b 与分散喷嘴 123 连接。氨基硅烷系气体也从各气体喷出孔 124 沿水平方向向处理室 101 内大致均匀地喷出。

[0094] 此外,不含氨基的硅烷系气体供给源 118 也经由流量控制器 121c 和开关阀 122c 与例如分散喷嘴 123 连接。不含氨基的硅烷系气体也从各气体喷出孔 124 沿水平方向向处理室 101 内大致均匀地喷出。

[0095] 含氧化剂气体供给机构 119 经由流量控制器 121d 和开关阀 122d 与分散喷嘴 125 连接。分散喷嘴 125 由石英管构成,向内侧贯穿歧管 103 的侧壁、向上方弯曲而铅垂地延伸。在分散喷嘴 125 的铅垂部分上,隔着规定的间隔形成有多个气体喷出孔 126。含氧化剂气体从各气体喷出孔 126 沿水平方向向处理室 101 内大致均匀地喷出。

[0096] 非活性气体供给源 120 经由流量控制器 121e 和开关阀 122e 与喷嘴 128 连接。喷嘴 128 贯通歧管 103 的侧壁,从其顶端沿水平方向向处理室 101 内喷出非活性气体。

[0097] 在处理室 101 内的与分散喷嘴 123 和 125 相反的一侧的部分上设置有用于对处理室 101 内进行排气的排气口 129。排气口 129 通过将处理室 101 的侧壁沿上下方向削掉而细长地形成。覆盖排气口 129、截面成形为“コ”字状的排气口覆盖部件 130 通过焊接被安装在处理室 101 的与排气口 129 相对应的部分上。排气口覆盖部件 130 沿着处理室 101 的侧壁向上方延伸,在处理室 101 的上方规定有气体出口 131。气体出口 131 上连接有含真空泵等的排气机构 132。排气机构 132 通过对处理室 101 内进行排气而使用于处理的处理气体排气、以及使处理室 101 内的压力形成为与处理相对应的处理压力。

[0098] 在处理室 101 的外周设置有筒体状的加热装置 133。加热装置 133 在使供给到处理室 101 内的气体活化的同时,对收容到处理室 101 内的被处理体、本例中为硅晶圆 W 进行加热。

[0099] 成膜装置 100 的各部分的控制通过由例如微处理器(计算机)构成的控制器 150 来进行。控制器 150 连接有操作者为了管理成膜装置 100 而进行命令输入操作等的键盘、和由使成膜装置 100 的工作状况可视化并显示的显示器等组成的用户界面(User Interface)151。

[0100] 在控制器 150 上连接有存储部 152。存储部 152 存储有用于在控制器 150 的控制下实现由成膜装置 100 执行的各种处理的控制程序、和根据处理条件使成膜装置 100 的各构成部执行处理的程序即制程程序。制程程序存储在例如存储部 152 中的存储介质中。存储介质可以是硬盘、半导体存储器,也可以是 CD-ROM、DVD、闪存等可移动的介质。此外,还可从其它装置经由例如专用线路适当地传送制程程序。制程程序根据需要按照来自用户界面 151 的指示等由存储部 152 读出,控制器 150 按照读出的制程程序来执行处理,从而使成膜装置 100 在控制器 150 的控制下执行期望的处理。

[0101] 本例中,在控制器 150 的控制下,依次执行按照上述一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法的步骤 1、步骤 21、步骤 22、步骤 3 的处理。由不含氨基的硅烷系气体供给源 118 和含氧化剂气体供给源 119 向处理室 101 内供给含硅气体例如不含氨基的硅烷系气体、和含氧化剂气体,同时用加热装置 133 加热硅晶圆 W,从而能够执行步骤 3 中的氧化物膜的成膜。这种情况下,形成作为氧化物膜的氧化硅膜 6。

[0102] 氧化硅膜 6 的成膜可以采用一边交替供给含硅气体和含氧化剂气体一边成膜的所谓 ALD(Atomic Layer Deposition) 法或 MLD(Molecular Layer Deposition) 法,也可以采用一边同时供给含硅气体和含氧化剂气体一边成膜的所谓 CVD(Chemical Vapor Deposition) 法。作为 ALD(或 MLD) 法的例子,可以列举出处理温度设为室温(25℃)~400℃的等离子体 ALD(或 MLD) 法、或 ALD(或 MLD) 法,作为热 CVD 法的例子,可以列举出处理温度设为 400℃~800℃的等离子体 CVD 法、热 CVD 法。

[0103] 上述一实施方式中的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法可以通过图 5 所示那样的成膜装置 100 来实施。

[0104] 以上,通过一实施方式对本发明进行了说明,但本发明不限于上述一实施方式,能够进行各种变形。此外,上述一实施方式不是本发明的唯一实施方式。

[0105] 例如,氧化物膜也可使用等离子体 CVD 法来形成。这种情况下,例如在处理室 101 内设置等离子体生成机构,例如使含氧化剂气体等离子体化。

[0106] 此外,氧化剂也可以使用臭氧(O<sub>3</sub>) 气体,这种情况下,可以在含氧化剂气体供给源 119 中具备产生臭氧气体的臭氧发生器。

[0107] 此外,上述一实施方式中,成膜装置 100 具备含碳气体供给源 116,例示了从非晶碳膜 2 的成膜开始到含硅的被氧化体层 5 和氧化硅膜 6 都可以在原位下(in situ) 成膜的成膜装置 100。但是,成膜装置至少具备氨基硅烷系气体供给源 117、不含氨基的硅烷系气体供给源 118、含氧化剂气体供给源 119 即可。即使在这样的成膜装置中,也可以在由其它成膜装置成膜的非晶碳膜 2 上原位成膜含硅的被氧化体层 5 和氧化硅膜 6,可以抑制非晶碳膜 2 的膜厚减少。

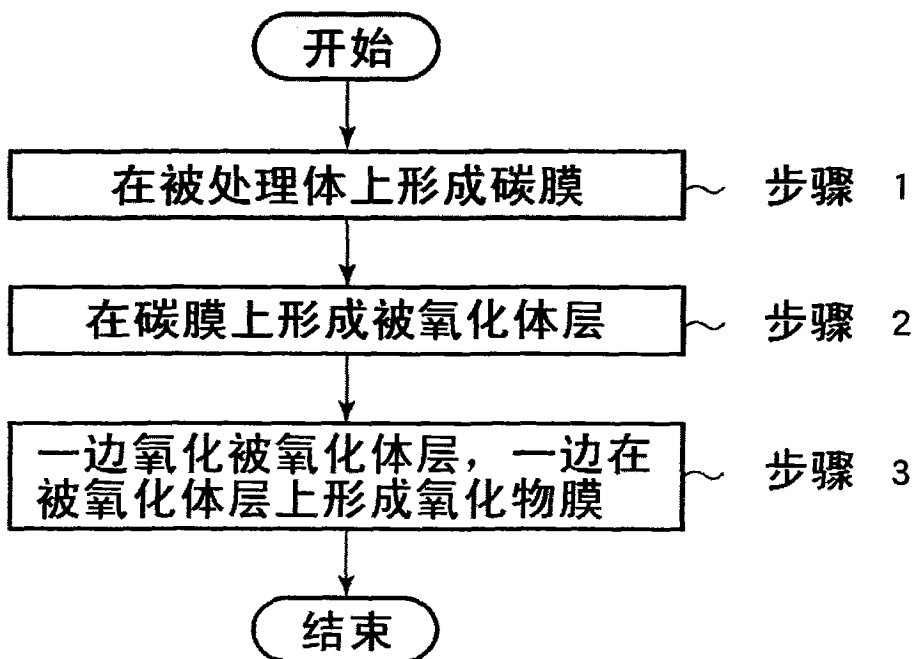
[0108] 此外,上述一实施方式示出了本发明适用于搭载多张硅晶圆 W 而统一进行成膜的成批式的成膜装置的例子,但不限于此,也可以适用于对每张晶圆进行成膜的单张式的成膜装置。

[0109] 此外,作为被处理体不限于半导体晶圆,本发明也可以适用于 LCD 玻璃基板等其他基板。

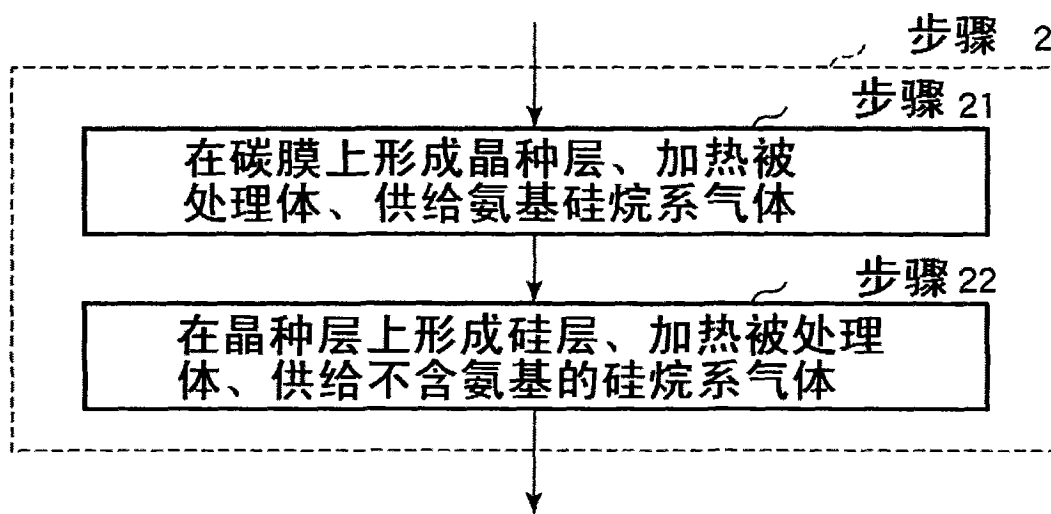
[0110] 另外,本发明在不脱离其要旨的范围内可以进行各种变形。

[0111] 根据本发明,可以提供即使在碳膜上形成氧化物膜、也可以抑制碳膜的膜厚减少的在碳膜上形成氧化物膜的成膜方法、和能够实施该成膜方法的成膜装置。

[0112] 本申请基于 2010 年 12 月 27 日提出的日本专利申请第 2010-290405 号主张优先权,该日本专利申请的全部内容作为参照而编入到本说明书中。



(A)



(B)

图 1

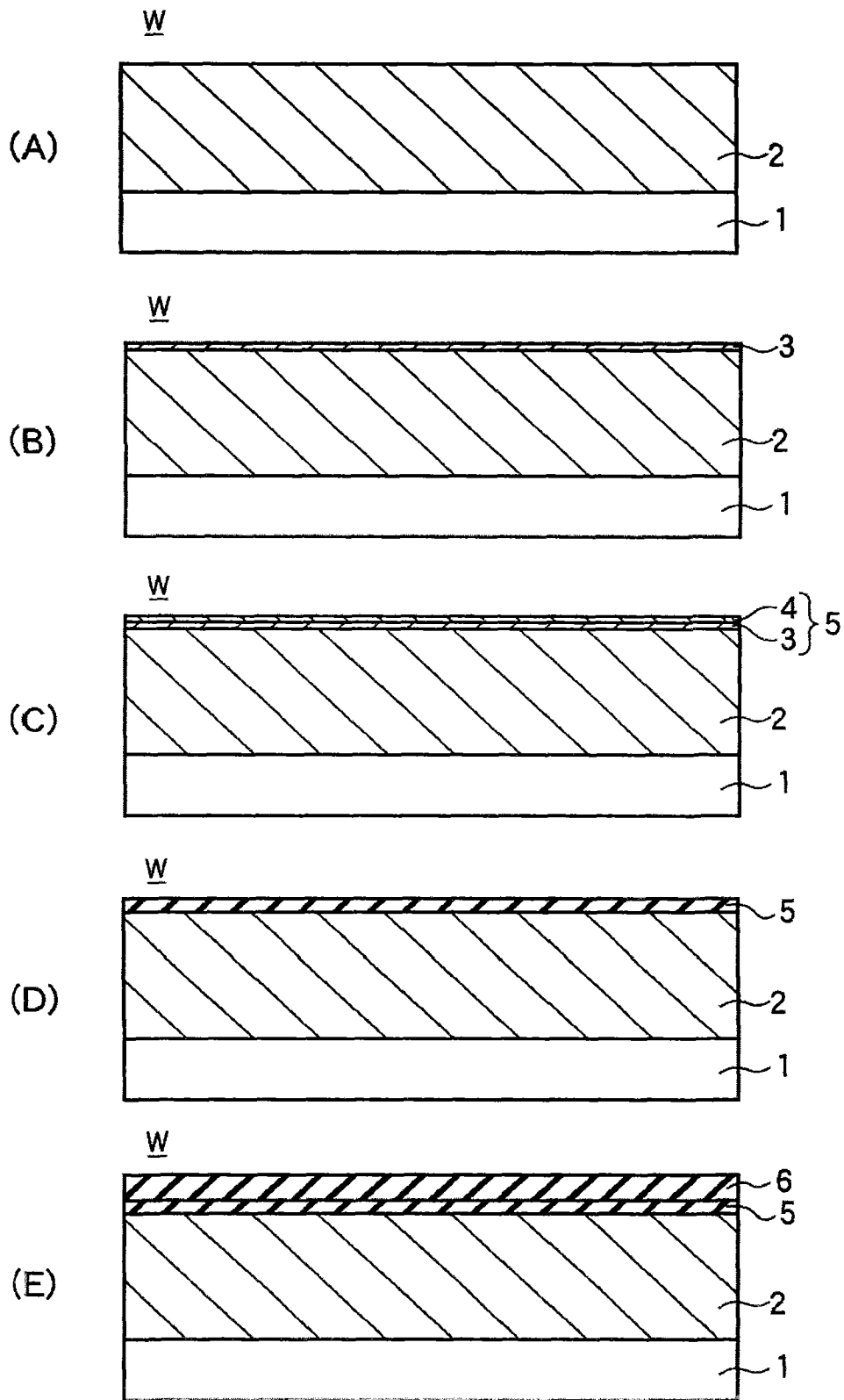


图 2

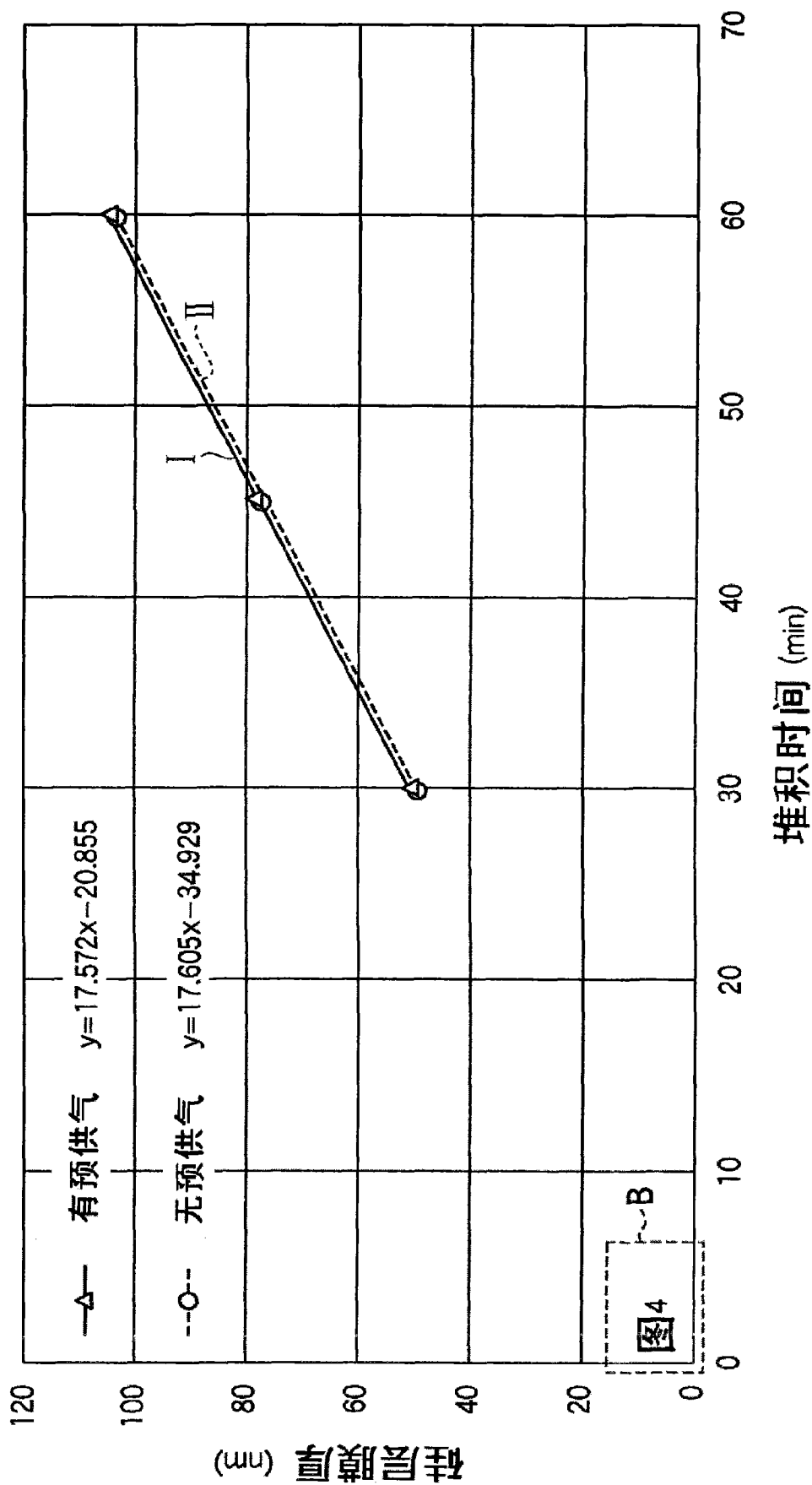


图 3

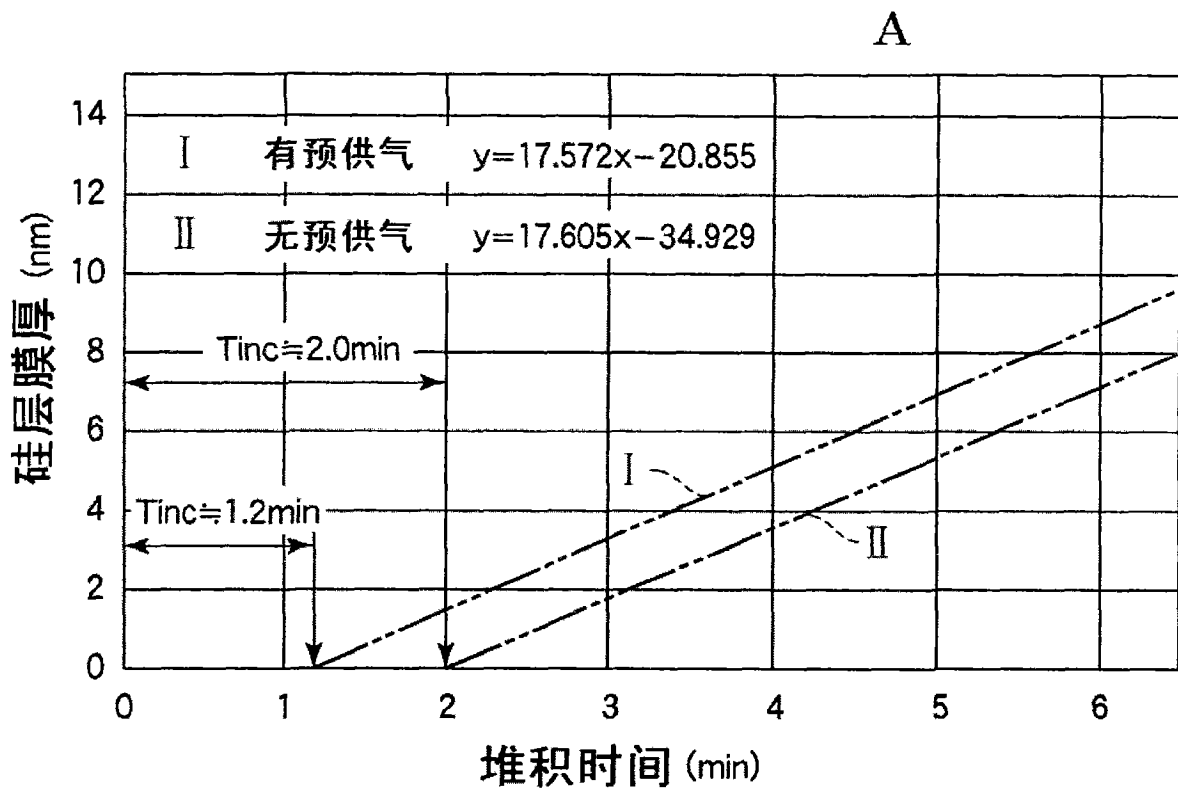


图 4

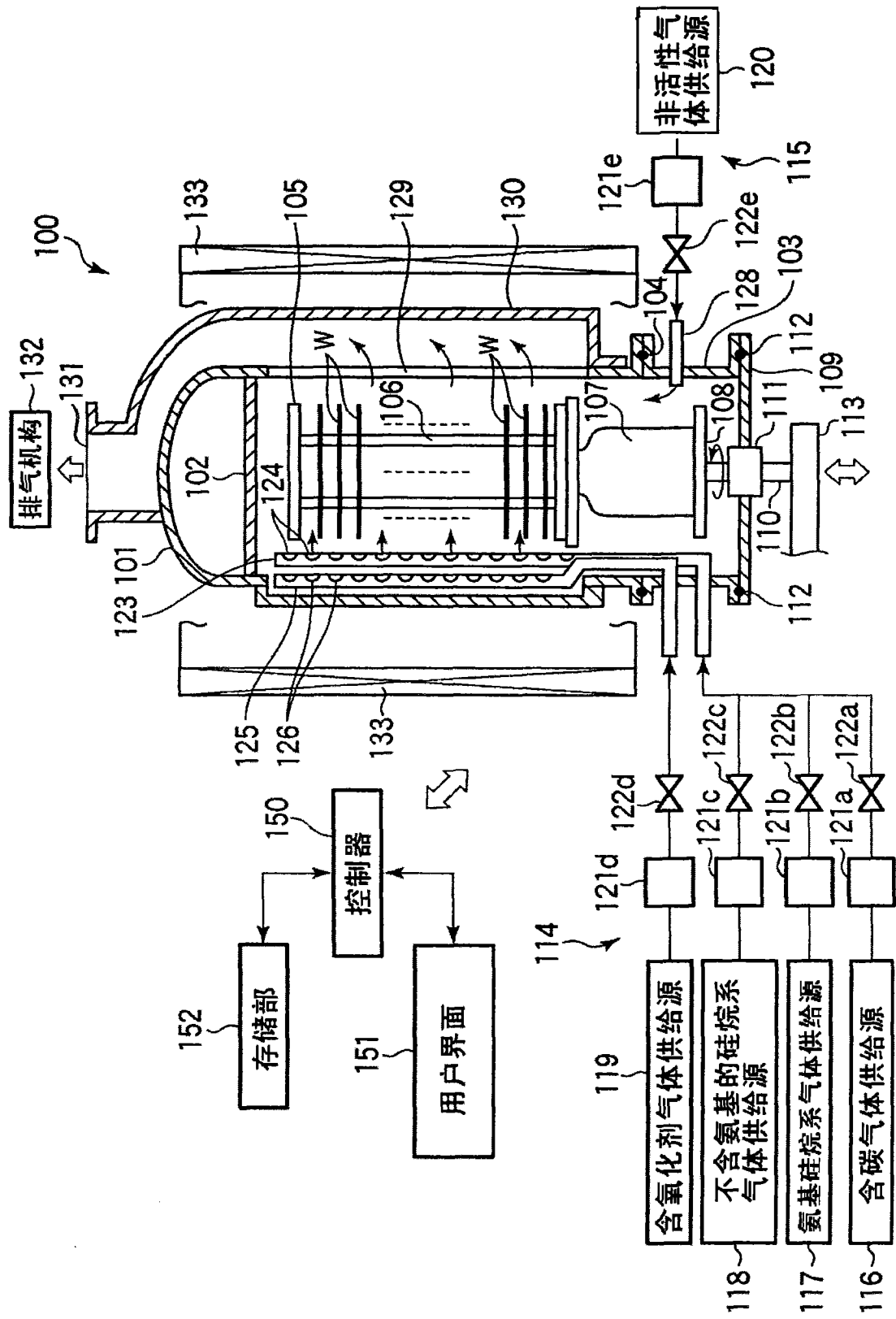


图 5