



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109979815 A  
(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201811610534.0

(22)申请日 2018.12.27

(30)优先权数据

2017-251800 2017.12.27 JP

2018-206819 2018.11.01 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 浅田泰生 折居武彦 入江伸次

高桥信博 萩原彩乃 山口达也

(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 张会华

(51)Int.Cl.

H01L 21/311(2006.01)

H01L 21/67(2006.01)

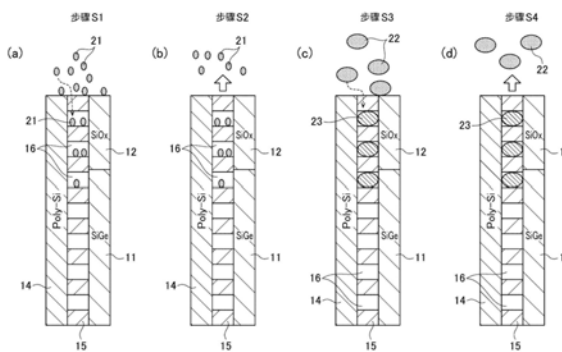
权利要求书2页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

蚀刻方法和蚀刻装置

(57)摘要

本发明提供一种蚀刻方法和蚀刻装置。在向沿着横向按照含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的顺序相邻地设置有含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的基板供给蚀刻气体而将含硅膜去除时，防止非蚀刻对象膜的蚀刻。实施如下工序：成膜工序，在该成膜工序中，供给成膜气体(21、22)，在多孔质膜(15)的孔部(16)成膜穿过防止膜(23)，该穿过防止膜(23)用于防止对含硅膜(14)进行蚀刻的蚀刻气体(24)穿过该孔部(16)而向非蚀刻对象膜(11)供给；以及蚀刻工序，在该蚀刻工序中，在形成有穿过防止膜(23)的状态下，供给蚀刻气体(24)而对含硅膜(14)进行蚀刻。



1. 一种蚀刻方法,其特征在于,

该蚀刻方法包括如下工序:

成膜工序,在该成膜工序中,向沿着横向按照含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的顺序相邻地设置有含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的基板供给成膜气体,在所述多孔质膜的孔部成膜穿过防止膜,该穿过防止膜用于防止用于对所述含硅膜进行蚀刻的蚀刻气体穿过该孔部而向所述非蚀刻对象膜供给;以及

蚀刻工序,在该蚀刻工序中,供给所述蚀刻气体而对所述含硅膜进行蚀刻。

2. 根据权利要求1所述的蚀刻方法,其特征在于,

该蚀刻方法包括使所述成膜工序和所述蚀刻工序按照所述成膜工序和所述蚀刻工序的顺序多次反复的反复工序。

3. 根据权利要求2所述的蚀刻方法,其特征在于,

所述成膜气体包括第1成膜气体和第2成膜气体,

所述成膜工序包括如下工序:将所述第1成膜气体和所述第2成膜气体依次向所述基板供给,使所述第1成膜气体和所述第2成膜气体相互反应,成膜所述穿过防止膜。

4. 根据权利要求3所述的蚀刻方法,其特征在于,

该蚀刻方法包括在供给所述第1成膜气体的期间与供给所述第2成膜气体的期间之间、在供给所述第2成膜气体的期间与供给所述蚀刻气体的期间之间、在供给所述蚀刻气体的期间与供给第1成膜气体的期间之间分别对基板的周围进行排气的工序。

5. 根据权利要求1所述的蚀刻方法,其特征在于,

所述蚀刻气体向所述基板的供给和所述成膜气体向所述基板的供给同时进行。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的蚀刻方法,其特征在于,

该蚀刻方法包括在进行了所述成膜工序和所述蚀刻工序之后对所述基板进行加热的加热工序,以便使所述穿过防止膜从所述孔部气化而去除。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的蚀刻方法,其特征在于,

在所述非蚀刻对象膜的上侧形成蚀刻掩模膜。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的蚀刻方法,其特征在于,

所述穿过防止膜是具有脲键的聚合物。

9. 一种蚀刻装置,其特征在于,

该蚀刻装置包括:

处理容器;

载置部,其设置于所述处理容器内,该载置部用于载置沿着横向按照含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的顺序相邻地设置有含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的基板;

成膜气体供给部,其向所述处理容器内供给成膜气体,以便在所述多孔质膜的孔部成膜穿过防止膜,该穿过防止膜用于防止对所述含硅膜进行蚀刻的蚀刻气体穿过该孔部而向非蚀刻对象膜供给;以及

蚀刻气体供给部,其向所述处理容器内供给所述蚀刻气体。

10. 根据权利要求9所述的蚀刻装置,其特征在于,

该蚀刻装置设置有控制部,该控制部输出控制信号,以使所述成膜气体的供给和所述蚀刻气体的供给按照所述成膜气体的供给和所述蚀刻气体的供给的顺序多次反复。

11. 根据权利要求9所述的蚀刻装置,其特征在于,  
该蚀刻装置设置有控制部,该控制部输出控制信号,以使所述蚀刻气体向所述基板的供给和所述成膜气体向所述基板的供给同时进行。
12. 根据权利要求9~11中任一项所述的蚀刻装置,其特征在于,  
所述蚀刻气体供给部是与所述载置部相对地设置的喷头。
13. 根据权利要求9~12中任一项所述的蚀刻装置,其特征在于,  
所述成膜气体供给部以从该成膜气体供给部供给的所述成膜气体在向所述基板供给之前与所述处理容器的侧壁碰撞的方式设置。

## 蚀刻方法和蚀刻装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在基板中对以与多孔质膜相邻的方式形成的含硅膜进行蚀刻的技术。

### 背景技术

[0002] 作为构成半导体装置的配线埋入的层间绝缘膜,具有由被称为low-k膜的低介电常数膜构成的情况,作为该low-k膜,由例如多孔质膜构成。并且,在半导体装置的制造工序中,具有对形成有这样的多孔质膜的半导体晶圆(以下,记载为晶圆)进行蚀刻的情况。

[0003] 在例如专利文献1中记载有如下内容:对形成有作为low-k膜的层间绝缘膜的晶圆进行蚀刻,形成用于埋入配线的凹部。在该凹部内形成用于防止其暴露于大气的覆膜,直到因供给成膜气体而使配线埋入凹部内为止。另外,在专利文献2中记载有如下技术:使用含有预定的量的二氧化碳的处理气体的等离子体来对埋入到在作为多孔质膜的低介电常数膜形成的凹部的有机膜进行蚀刻的技术。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2016-63141号公报

[0007] 专利文献2:日本特许第4940722号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 在制造半导体装置时,具有对晶圆进行去除多晶硅膜的处理的情况,该晶圆沿着横向以依次相邻的方式在其表面部形成有:多晶硅膜;作为多孔质膜的SiOCN膜;以及层叠体,该层叠体的上侧由氧化硅膜形成,下侧由SiGe(硅锗)膜形成。若利用干蚀刻进行该多晶硅膜的去除处理,则在进行多晶硅膜的蚀刻的过程中,蚀刻气体透过SiOCN膜,并向SiGe膜供给。更具体地说,SiOCN膜是多孔质膜,因此,蚀刻气体从SiOCN膜的侧方穿过该多孔质膜的孔部而向SiGe膜的侧壁供给。SiGe膜并不是蚀刻的去除对象,但由于如此供给蚀刻气体,该侧壁就被蚀刻。

[0010] 因此,具有以如下方式进行处理的情况:在利用使用例如等离子体的各向异性蚀刻去除了多晶硅膜的上部侧之后,利用湿蚀刻去除多晶硅膜的下部侧。对于该湿蚀刻所使用的蚀刻液,与上述的蚀刻气体相比,SiOCN膜的透过性较低,因此,SiGe膜的蚀刻被抑制。不过,如此进行多个工序花费工夫,即使在湿蚀刻的工序中,随着装置的微细化,处理也变得不可能,另外,SiOCN膜的侧壁的厚度具有变小的倾向,在该SiOCN膜的侧壁的厚度将来进一步变小的情况下,蚀刻液相对于SiOCN膜的透过性有可能上升,而对SiGe膜进行蚀刻。上述的专利文献1、2所记载的技术无法解决这样的问题。

[0011] 本发明是基于这样的状况做成的,其目的在于提供一种如下技术:在向沿着横向依次相邻地设置有含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的基板供给蚀刻气体而去除含硅膜(包括其是硅本身的情况)时,能够防止非蚀刻对象膜被蚀刻。

[0012] 用于解决问题的方案

[0013] 本发明的蚀刻方法的特征在于,该蚀刻方法包括如下工序:成膜工序,在该成膜工序中,向沿着横向按照含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的顺序相邻地设置有含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的基板供给成膜气体,在所述多孔质膜的孔部成膜穿过防止膜,该穿过防止膜用于防止用于对所述含硅膜进行蚀刻的蚀刻气体穿过该孔部而向所述非蚀刻对象膜供给;以及

[0014] 蚀刻工序,在该蚀刻工序中,供给所述蚀刻气体而对所述含硅膜进行蚀刻。

[0015] 本发明的蚀刻装置的特征在于,该蚀刻装置包括:

[0016] 处理容器;

[0017] 载置部,其设置于所述处理容器内,该载置部用于载置沿着横向按照含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的顺序相邻地设置有含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的基板;

[0018] 成膜气体供给部,其向所述处理容器内供给成膜气体,以便在所述多孔质膜的孔部成膜穿过防止膜,该穿过防止膜用于防止对所述含硅膜进行蚀刻的蚀刻气体穿过该孔部而向非蚀刻对象膜供给;以及

[0019] 蚀刻气体供给部,其向所述处理容器内供给所述蚀刻气体。

[0020] 发明的效果

[0021] 根据本发明,向沿着横向依次相邻地设置有含硅膜、多孔质膜、非蚀刻对象膜的基板供给成膜气体,在多孔质膜的孔部形成穿过防止膜,该穿过防止膜用于防止对含硅膜进行蚀刻的蚀刻气体向非蚀刻对象膜供给。由此,在对含硅膜进行蚀刻时,非蚀刻对象膜的蚀刻被抑制。

## 附图说明

[0022] 图1是要进行本发明的蚀刻的晶圆的表面的纵剖侧视图。

[0023] 图2是说明本发明的蚀刻工序的工序图。

[0024] 图3是说明本发明的蚀刻工序的工序图。

[0025] 图4是说明本发明的蚀刻工序的工序图。

[0026] 图5是蚀刻结束后的晶圆的表面的纵剖侧视图。

[0027] 图6是表示利用成膜气体生成具有脲键的聚合物的反应的说明图。

[0028] 图7是用于进行蚀刻的基板处理装置的俯视图。

[0029] 图8是设置于所述基板处理装置的蚀刻模块的纵剖侧视图。

[0030] 图9是所述蚀刻模块的横剖俯视图。

[0031] 图10是表示所述蚀刻模块的动作的说明图。

[0032] 图11是表示所述蚀刻模块的动作的说明图。

[0033] 图12是表示所述蚀刻模块的动作的说明图。

[0034] 图13是表示所述蚀刻模块的动作的说明图。

[0035] 图14是表示另一蚀刻模块的结构例的纵剖侧视图。

[0036] 图15是评价试验中的晶圆的纵剖侧视图。

[0037] 附图标记说明

[0038] W、晶圆;11、SiGe膜;14、多晶硅膜;15、SiOCN膜;21、第1成膜气体;22、第2成膜气

体;23、聚脲膜;24、蚀刻气体;3、基板处理装置;30、控制部;5、成膜模块;51、处理容器;61、载置台;7、气体喷头;8、气体喷嘴。

### 具体实施方式

[0039] 图1表示要进行本发明的一实施方式的处理的晶圆W的表面部的纵剖侧视图。图中附图标记11是SiGe膜,在SiGe膜11的上侧层叠有氧化硅( $\text{SiO}_x$ )膜12。在该氧化硅膜12与SiGe膜11的层叠体形成有凹部13,在该凹部13内埋入有多晶硅膜14。另外,在多晶硅膜14的侧壁与凹部13的侧壁之间设置有SiOCN膜15、即由硅、氧、氮以及碳构成的膜,该SiOCN膜15包围多晶硅膜14的侧方,与多晶硅膜14的侧壁和凹部13的侧壁分别相接。因而,沿着横向观察多晶硅膜14、SiOCN膜15、SiGe膜11以依次相邻的方式形成。SiOCN膜15是层间绝缘膜,且是多孔质膜。

[0040] 对本发明的实施方式中的处理的概要进行说明,交替地反复进行用于在SiOCN膜15的孔部对作为具有脲键的聚合物(聚脲)的聚脲膜进行成膜的成膜气体的供给和用于对作为被蚀刻膜的多晶硅膜14进行蚀刻的蚀刻气体的供给。也就是说,隔开间隔地进行多晶硅膜14的蚀刻,在蚀刻与蚀刻之间以埋入于孔部的方式对聚脲膜进行成膜。由此,防止蚀刻气体从SiOCN膜15的侧方透过SiOCN膜15而对作为非蚀刻对象膜的SiGe膜11的侧壁进行蚀刻。

[0041] 上述的氧化硅膜12成为对多晶硅膜14进行蚀刻之际的蚀刻掩模膜。另外,作为上述的蚀刻气体,由于相对于该氧化硅膜12和上述的聚脲膜的蚀刻选择性较低、且相对于多晶硅膜14的蚀刻选择性较高,所以使用例如 $\text{IF}_7$ (七氟化碘)气体。该 $\text{IF}_7$ 气体的分子量比较大,因此,认为难以穿过SiOCN膜15的孔部,因此,出于可预想向SiGe膜11的供给被更可靠地抑制这点,也优选。

[0042] 在该实施方式中,将含有作为单体的胺的第1成膜气体、含有作为单体的异氰酸酯的第2成膜气体向晶圆W供给而使它们发生聚合反应,从而对上述的聚脲膜进行成膜。作为胺,使用例如1,3-环己二甲胺(H6XDA),作为异氰酸酯,使用例如1,3-二(异氰酸根合甲基)环己烷(H6XDI)。另外,作为胺,也可以使用己胺,作为异氰酸酯,也可以使用异氰酸叔丁酯。此外,对于能够对聚脲膜进行成膜的胺、异氰酸酯,并不限于该例子,随后进一步列举具体例。

[0043] 接下来,参照图2~图4说明对晶圆W进行的处理。该图2~图4是表示在图1中进行了说明的晶圆W的表面部由于处理而变化的情形的示意图。在图中,将形成于SiOCN膜15的孔部表示为附图标记16,将作为胺的第1成膜气体表示为附图标记21,将作为异氰酸酯的第2成膜气体表示为附图标记22,将聚脲膜表示为附图标记23,将作为 $\text{IF}_7$ 的蚀刻气体表示为附图标记24。另外,在图2~图4中所示的各处理在晶圆W输入处理容器、使处理容器内排气而成为预定的压力的真空气氛的状态下进行。

[0044] 首先,向处理容器内供给第1成膜气体21(步骤S1、图2的(a))。该第1成膜气体21向SiOCN膜15的上部侧的孔部16流入而吸附于孔壁。接下来,使第1成膜气体21向处理容器内的供给停止,处理容器内成为进行排气和进行作为例如 $\text{N}_2$ (氮)气体的吹扫气体的供给的状态(步骤S2、图2的(b)),未流入孔部16的第1成膜气体21随着被排气的吹扫气体的气流而被去除。

[0045] 接下来,向处理容器内供给第2成膜气体22(步骤S3、图2的(c)),该第2成膜气体22流入SiOCN膜15的上部侧的孔部16而与吸附到该孔部16的第1成膜气体21反应,形成作为蚀刻气体的穿过防止膜的聚脲膜23,该孔部16被封堵。然后,使第2成膜气体22向处理容器内的供给停止,处理容器内成为进行排气和吹扫气体的供给的状态(步骤S4、图2的(d)),未流入孔部16的第2成膜气体22随着被排气的吹扫气体的气流而被去除。

[0046] 接下来,向处理容器内供给蚀刻气体24(步骤S5、图3的(e)),多晶硅膜14被蚀刻而SiOCN膜15的上部侧的侧壁暴露。此时,在SiOCN膜15的上部侧的孔部16埋入有聚脲膜23,该聚脲膜23难以被蚀刻气体24蚀刻。因而,蚀刻气体24的孔部16的穿过被防止,因此,能够防止蚀刻气体24从侧方透过SiOCN膜15而对SiGe膜11的侧壁进行蚀刻。之后,使蚀刻气体24向处理容器内的供给停止,处理容器内成为进行排气和吹扫气体的供给的状态(步骤S6、图3的(f)),残留于处理容器内的蚀刻气体24随着被从处理容器内排气的吹扫气体的气流而被去除。

[0047] 之后,向处理容器内供给第1成膜气体21。即、步骤S1被再次执行。在上述的步骤S5中多晶硅膜14被蚀刻而SiOCN膜15的上部侧的侧壁暴露,因此,在该第2次的步骤S1中供给的第1成膜气体21在SiOCN膜15中向比在第1次的步骤S1中供给有该第1成膜气体21的孔部16靠下方的孔部16供给而吸附于孔壁。

[0048] 之后,再次进行步骤S2的处理容器内的排气和吹扫气体的供给,接下来,再次进行步骤S3的第2成膜气体22向处理容器内的供给。对于该第2成膜气体22,也与在第2次的步骤S1中向处理容器内供给的第1成膜气体21同样地,向比在第1次的步骤S3中供给有该第2成膜气体22的SiOCN膜15的孔部16靠下方的孔部16供给而在该孔部16内与所吸附的第1成膜气体21反应,形成聚脲膜23。因而,在该第2次的步骤S3中,SiOCN膜15中的形成有聚脲膜23的区域向下方扩散(图4的(a))。

[0049] 然后,在进行了步骤S4的排气和吹扫气体的供给之后,进行步骤S5的蚀刻气体24的供给,多晶硅膜14被朝向下方进一步蚀刻,SiOCN膜15的侧壁中的暴露的区域朝向下方扩大。如上述那样,利用第2次的步骤S3而SiOCN膜15中的形成有聚脲膜23的区域向下方扩散,所以因多晶硅膜14的蚀刻而新暴露的SiOCN膜15的侧壁附近的孔部16成为埋入有聚脲膜23的状态。因而,在该第2次的步骤S5中,也能够防止蚀刻气体穿过SiOCN膜15的孔部16而对SiGe膜11的侧壁进行蚀刻(图4的(b))。在其蚀刻后,再次进行步骤S6的排气和吹扫气体的供给。

[0050] 若将如此依次进行的步骤S1~S6设为一个循环,则在进行了例如上述的第2次的步骤S6之后还反复进行该循环,一边利用在SiOCN膜15朝向下方成膜的聚脲膜23防止SiGe膜11的侧壁的蚀刻,一边向下方蚀刻多晶硅膜14。并且,在例如多晶硅膜14被全部蚀刻而预定的次数的循环结束(图4的(c))时,使晶圆W加热成例如100℃以上、优选300℃以上,从而使埋入到孔部16的聚脲膜23气化或者解聚气化,而从晶圆W去除(图4的(d))。附着于晶圆W的表面的蚀刻的残渣也因该加热而与聚脲膜23一起气化并被去除(步骤S7)。图5表示如此这样蚀刻多晶硅膜14而去除聚脲膜23后的晶圆W。在去除多晶硅膜14而形成的凹部17内,在例如之后的工序中形成半导体装置的栅极。

[0051] 根据上述的发明的实施方式的处理,能够抑制SiGe膜11被蚀刻气体蚀刻,同时利用该蚀刻气体对多晶硅膜14进行蚀刻。另外,在该发明的实施方式的处理中,与在背景技术

中所述的等离子体处理后进行使用湿蚀刻的处理的情况相比,无需将晶圆W的周围的气氛从用于进行等离子体处理的真空气氛切换成用于进行湿蚀刻的大气气氛。因而,该发明的实施方式的处理具有能够减轻处理所需的时间、工夫这样的优点。而且,根据该实施方式的处理,无需使用等离子体,因此,晶圆W的表面的各膜不会受到来自该等离子体的损伤,因此,还具有能够提高从晶圆W形成的半导体装置的可靠性这样的优点。不过,使用等离子体而进行蚀刻的情况也包含于本发明的保护范围内。

[0052] 在上述的步骤S1~S6中,处理容器的排气流量也可以恒定,对于用于去除处理容器内的不必要的气体的步骤S2、S4、S6中的排气流量,也可以比步骤S1、S3、S5的排气流量大,以便能够更可靠地去除气体。另外,也可以是,在步骤S2、S4、S6中不进行吹扫气体的供给,仅通过排气来去除不必要的气体。此外,如上述那样,作为蚀刻气体的IF<sub>7</sub>气体相对于聚脲膜23的蚀刻选择性比较低,因此,若该聚脲膜23形成于多晶硅膜14的表面,则多晶硅膜14难以被蚀刻。不过,在已述的步骤S2、S4中不需要的第1成膜气体21和第2成膜气体22被去除。也就是说,通过进行步骤S2、S4,能够更可靠地进行多晶硅膜14的蚀刻。

[0053] 不过,除了多晶硅膜14以外的含硅膜也可以是被蚀刻膜。该含硅膜是含有硅作为主成分的膜,具体而言,例如非结晶形硅膜、单晶硅膜、SiGe膜等包含于含硅膜。并且,作为蚀刻气体,是能够对上述的含硅膜进行蚀刻的气体即可。具体而言,作为该蚀刻气体,除了IF<sub>7</sub>气体以外,也能够使用例如氟(F<sub>2</sub>)气体、ClF<sub>3</sub>(三氟化氯)、IF<sub>5</sub>(五氟化碘)气体以及BrF<sub>3</sub>(三氟化溴)等含有氟的气体。

[0054] 在上述的实施方式中,非蚀刻对象膜是SiGe膜11,但也可以是例如Si膜。另外,对于非蚀刻对象膜,也可以是除了这些Si膜、SiGe膜11那样的含硅膜以外的膜。而且,作为在SiGe膜11上设置的掩模膜,能够在蚀刻时抑制SiGe膜11被从上方侧蚀刻即可,因此,并不限于其是氧化硅膜12。而且,作为多孔质膜,也并不限于SiOCN膜15,也可以形成有SiCO膜、SiCOH膜等多孔质膜来替代SiOCN膜15。

[0055] 另外,作为用于对聚脲膜23进行成膜的成膜气体,并不限于上述的例子。例如,也可以使用1,12-二氨基十二烷(DAD)作为胺,使用4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)作为异氰酸酯;也可以使用DAD作为胺,使用H6XDI作为异氰酸酯;也可以使用1,6-己二胺作为胺,使用H6XDI作为异氰酸酯。不过,作为胺,除了已述的各化合物之外,还能够使用例如1,6-二氨基己烷、环己胺、己胺、丁胺、叔丁胺。作为异氰酸酯,除了已述的各化合物之外,还能够使用例如1,6-己二异氰酸酯、环己基异氰酸酯、异氰酸己酯、异氰酸丁酯、异氰酸叔丁酯。也就是说,能够将以上列举的胺的各化合物中选择的化合物、从以上列举的异氰酸酯的各化合物中选择的化合物分别用于聚脲膜23的成膜。进一步说明异氰酸酯与胺之间的反应的变化,在该反应中,如图6所示,作为构成成膜气体的原料单体,也可以使用单官能性分子。另外,也可以是,通过对聚脲进行加热来使其解聚并气化而产生的气体作为成膜气体向晶圆W供给,该气体在晶圆W表面被冷却、吸附而发生聚合反应,聚脲膜被再次成膜。因而,作为成膜气体,并不限于将第1成膜气体和第2成膜气体这两者向晶圆W供给。

[0056] 对于在图2~图4中进行了说明的处理例,叙述成步骤S1~S6被进行3次以上,但也可以将步骤S1~S6仅进行两次。另外,在步骤S7中,对晶圆W进行加热,以从SiOCN膜15去除聚脲膜23,但即使聚脲膜23残留于SiOCN膜15的孔部16,只要SiOCN膜15的介电常数在实际应用上没有问题,聚脲膜23也就可以如此残留。因而,不进行步骤S7的聚脲膜23的去除的情



况也包含于本发明的保护范围内。

[0057] 接下来,参照图7的俯视图说明用于进行在图2~图4中已说明的一系列的处理的基板处理装置3。基板处理装置3具备:输入输出部31,其用于输入输出晶圆W;两个加载互锁室41,其与输入输出部31相邻地设置;两个热处理模块40,其与两个加载互锁室41分别相邻地设置;以及两个蚀刻模块5,其与两个热处理模块40分别相邻地设置。

[0058] 输入输出部31具备:常压输送室33,其供第1基板输送机构32设置,并且设为常压气氛;以及承载件用载置台35,其设置到该常压输送室33的侧部,供收纳晶圆W的承载件34载置。图中附图标记36是与常压输送室33相邻的定方位器室,是为了使晶圆W旋转而以光学方式求出偏心量、并进行晶圆W相对于第1基板输送机构32的对位而设置的。第1基板输送机构32在承载件用载置台35上的承载件34、定方位器室36以及加载互锁室41之间输送晶圆W。

[0059] 在各加载互锁室41内设置有例如具有多关节臂构造的第2基板输送机构42,该第2基板输送机构42将晶圆W在加载互锁室41、热处理模块40以及蚀刻模块5之间输送。构成热处理模块40的处理容器内和构成蚀刻模块5的处理容器内构成为真空气氛,加载互锁室41内的常压气氛和真空气氛被切换,以便可以在这些真空气氛的处理容器内与常压输送室33之间进行晶圆W的交接。

[0060] 图中附图标记43是开闭自如的闸阀,在常压输送室33与加载互锁室41之间、加载互锁室41与热处理模块40之间、热处理模块40与蚀刻模块5之间分别设置有闸阀。对于热处理模块40,构成为能够执行已述的步骤S7,其包括上述的处理容器,用于对该处理容器内进行排气而形成真空气氛的排气机构,和设置于处理容器内并且能够对所载置的晶圆W进行加热的载置台等。

[0061] 接下来,一边参照图8的纵剖侧视图和图9的横剖俯视图一边对蚀刻模块5进行说明。该蚀刻模块5具备例如圆形的处理容器51,在该处理容器51内对晶圆W进行步骤S1~S6的处理。也就是说,蚀刻和成膜在通用的处理容器51内进行。处理容器51是气密的真空容器,在该处理容器51内的下部侧设置有在水平地形成的表面(上表面)载置晶圆W的圆形的载置台61。图中附图标记62是埋设到载置台61的台加热器,将晶圆W加热成预定的温度,以便能够进行上述的步骤S1~S6的处理。图中附图标记63是将作为载置部的载置台61支承于处理容器51的底面的支柱。图中附图标记64是3个垂直的升降销,其利用升降机构65相对于载置台61的表面突出和没入,在已述的第2基板输送机构42与载置台61之间进行晶圆W的交接。

[0062] 上述的处理容器51的侧壁的下部侧朝向在俯视时看到的处理容器51的中心侧突出,并靠近载置台61的侧部,构成俯视环状的下层部52。下层部52的上表面是水平的,形成于与例如载置台61的表面相同的高度。在处理容器51的侧壁中,将该下层部52的上侧设为侧壁主体部53。如随后论述那样成膜气体(第1成膜气体和第2成膜气体)以与构成被碰撞构件的侧壁主体部53碰撞的方式喷出,但下层部52具有作为使如此喷出来的成膜气体顺着其上表面向载置台61上供给的引导构件的作用。图中附图标记54是侧壁加热器,分别埋设于下层部52和侧壁主体部53。处理容器51的内侧的下层部52和侧壁主体部53的表面的温度利用该侧壁加热器54调整,与上述的侧壁主体部53碰撞的成膜气体的温度和处理容器51内的气氛的温度利用该侧壁加热器54调整。

[0063] 图9中附图标记55是晶圆W的输送口,在侧壁主体部53中,于在处理容器51的周向

与上述的成膜气体所碰撞的部位分开的部位开口,利用上述的闸阀43构成为开闭自如。图中附图标记66是在处理容器51的底面开口的排气口,经由排气管与由真空泵和阀等构成的排气机构67(参照图8)连接。调整排气机构67的从排气口66的排气流量,从而调整处理容器51内的压力。

[0064] 在载置台61的上方且处理容器51的顶部,构成蚀刻气体供给部的气体喷头7以与该载置台61相对的方式设置。气体喷头7具备喷淋板71、气体扩散空间72以及扩散板73。喷淋板71以构成气体喷头7的下表面部的方式水平地设置,为了向载置台61呈喷淋状喷出气体,分散地形成有许多气体喷出孔74。气体扩散空间72是与其下方侧被喷淋板71划分的方式形成的扁平的空间,以便向各气体喷出孔74供给气体。扩散板73以将该气体扩散空间72上下分割的方式水平地设置。图中附图标记75是在扩散板73形成的贯通孔,在扩散板73分散地开设有许多孔。图中附图标记77是顶加热器,对气体喷头7的温度进行调整。

[0065] 在气体扩散空间72的上部侧连接有气体供给管68的下游端。该气体供给管68的上游侧经由流量调整部69与 $\text{IF}_7$ 气体的供给源60连接。流量调整部69由阀、质量流量控制器构成,对向气体供给管68的下游侧供给的气体的流量进行调整。此外,对于随后论述的各流量调整部,也与流量调整部69同样地构成,对向插设有流量调整部的管的下游侧供给的气体的流量进行调整。

[0066] 在上述的处理容器51的侧壁主体部53设置有作为供给上述的成膜气体(第1成膜气体和第2成膜气体)的成膜气体供给部的气体喷嘴8。也就是说,成膜气体从与气体喷头7独立地设置的气体供给部供给。另外,该气体喷嘴8除了供给成膜气体之外,还供给已述的吹扫气体。

[0067] 气体喷嘴8形成为沿着例如横向延伸的棒状。图8、图9中的虚线的箭头表示在气体喷嘴8的顶端设置的喷出口的开口方向、即气体的喷出方向。如这些箭头所示,气体喷嘴8以沿着晶圆W的直径的方式水平地喷出气体。并且,侧壁主体部53位于气体的喷出方向之前,因此,喷出来的气体在向晶圆W供给之前与该侧壁主体部53碰撞。也就是说,在气体喷嘴8设置的气体喷出口不朝向晶圆W,而是朝向作为被碰撞构件的侧壁主体部53。并且,如此碰撞到侧壁主体部53的气体如在图8中以虚线的箭头所示那样沿着下层部52的表面、载置台61的表面流动而向晶圆W供给。

[0068] 如此构成气体喷嘴8的目的在于,与构成为气体喷嘴8的喷出口朝向晶圆W、喷出来的气体直接朝向晶圆W直接供给的情况相比,喷出来的气体直到到达晶圆W为止移动较长的距离,从而使该气体沿着横向充分地扩散。也就是说,气体喷嘴8以朝向侧壁主体部53喷出气体的方式构成,以向晶圆W的面内均匀性较高地供给各气体。

[0069] 图8中附图标记81是气体供给管,从处理容器51的外侧与气体喷嘴8连接。气体供给管81的上游侧分支,形成了气体导入管82、83。气体导入管82的上游侧依次经由流量调整部91、阀V1与气化部92连接。在气化部92内,上述的 $\text{H}_6\text{XDA}$ 以液体的状态被积存,气化部92具备对该 $\text{H}_6\text{XDA}$ 进行加热的未图示的加热器。另外,在气化部92连接有气体供给管94的一端,气体供给管94的另一端依次经由阀V2、气体加热部95与 $\text{N}_2$ (氮)气体供给源96连接。利用这样的结构,加热后的 $\text{N}_2$ 气体被向气化部92供给而该气化部92内的 $\text{H}_6\text{XDA}$ 被气化,用于其气化的 $\text{N}_2$ 气体与 $\text{H}_6\text{XDA}$ 气体的混合气体被作为第1成膜气体向气体喷嘴8导入。

[0070] 另外,对于气体供给管94,气体加热部95的下游侧且是阀V2的上游侧的部位分支

而形成气体供给管97,该气体供给管97的端部经由阀V3与气体导入管82的阀V1的下游侧且是流量调整部91的上游侧连接。因而,在不将上述的第1成膜气体向气体喷嘴8供给时,能够使由气体加热部95加热后的N<sub>2</sub>气体绕过气化部92而向气体喷嘴8导入。

[0071] 另外,气体导入管83的上游侧依次经由流量调整部101、阀V4与气化部102连接。在气化部102内,上述的H6XDI以液体的状态被积存,气化部102具备对该H6XDI进行加热的未图示的加热器。另外,在气化部102连接有气体供给管104的一端,气体供给管104的另一端依次经由阀V5、气体加热部105与N<sub>2</sub>(氮)气体供给源106连接。利用这样的结构,加热后的N<sub>2</sub>气体被向气化部102供给而该气化部102内的H6XDI被气化,用于其气化的N<sub>2</sub>气体和H6XDI气体的混合气体作为第2成膜气体被向气体喷嘴8导入。

[0072] 另外,对于气体供给管104,气体加热部105的下游侧且是阀V5的上游侧的部位分支而形成气体供给管107,该气体供给管107的端部经由阀V6与气体导入管83的阀V4的下游侧且是流量调整部101的上游侧连接。因而,在不将上述的第2成膜气体向气体喷嘴8供给时,能够使由气体加热部105加热后的N<sub>2</sub>气体绕过气化部102而向气体喷嘴8导入。

[0073] 在气体供给管81和气体导入管82、83,为了防止流通中的成膜气体中的H6XDA和H6XDI液化,例如在各管的周围设置有用于对管内进行加热的配管加热器76。利用该配管加热器76、上述的气体加热部95、105、在气化部92、102设置的加热器调整从气体喷嘴8喷出的成膜气体的温度。此外,出于图示的便利,配管加热器76仅图示于气体供给管81、气体导入管82、83的一部分,但在这些管的比较大的范围内设置,以便能够防止上述的液化。

[0074] 将气体导入管82中的流量调整部91的上游侧、流量调整部91、气化部92、阀V1~V3、气体供给管94、97、气体加热部95以及N<sub>2</sub>气体供给源96设为第1气体供给机构9A。另外,将气体导入管83中的流量调整部101的上游侧、流量调整部101、气化部102、阀V4~V6、气体供给管104、107、气体加热部105以及N<sub>2</sub>气体供给源106设为第2气体供给机构9B。如上述那样,第1气体供给机构9A能够将N<sub>2</sub>气体或第1成膜气体向气体喷嘴8供给,第2气体供给机构9B能够将N<sub>2</sub>气体或第2成膜气体向气体喷嘴8供给。

[0075] 还有,图7所示那样基板处理装置3具备作为计算机的控制部30,该控制部30具备程序、存储器以及CPU。在程序中编入有命令(各步骤),以便进行已述的晶圆W的处理和晶圆W的输送,该程序被储存于计算机存储介质、例如光盘、硬盘、光磁盘以及DVD等,并安装于控制部30。控制部30利用该程序向基板处理装置3的各部输出控制信号,对各部的动作进行控制。具体而言,利用控制信号控制蚀刻模块5的动作、热处理模块40的动作、第1基板输送机构32、第2基板输送机构42的动作、定方位器室36的动作。作为上述的蚀刻模块5的动作,包含各加热器的输出的调整、第1气体供给机构9A、第2气体供给机构9B、来自气体喷头7的IF<sub>7</sub>气体的供给、断开供给、来自气体喷嘴8的各气体的供给、断开供给、排气机构67对排气流量的调整、升降机构65对升降销64的升降等各动作。该控制部30和蚀刻模块5相当于本发明的蚀刻装置。

[0076] 对基板处理装置3中的晶圆W的输送路径进行说明。收纳有如在图1中进行了说明那样形成有各膜的晶圆W的承载件34载置于承载件用载置台35。并且,该晶圆W以常压输送室33→定方位器室36→常压输送室33→加载互锁室41的顺序输送,经由热处理模块40向蚀刻模块5输送。并且,如已述那样反复进行由步骤S1~S6构成的循环,处理晶圆W。接下来,晶圆W输送至热处理模块40而接受步骤S7的处理。然后,晶圆W以加载互锁室41→常压输送室

33的顺序输送而返回承载件34。

[0077] 接下来,参照图10~图13对在蚀刻模块5中实施的上述的步骤S1~S6和从设置于该蚀刻模块5的第1气体供给机构9A和第2气体供给机构9B供给的气体之间的对应进行说明。从第1气体供给机构9A向气体喷嘴8供给第1成膜气体,从第2气体供给机构9B向气体喷嘴8供给N<sub>2</sub>气体,使它们的混合气体从该气体喷嘴8喷出而进行步骤S1(图10)。接下来,从第1气体供给机构9A和第2气体供给机构9B分别向气体喷嘴8供给N<sub>2</sub>气体,该N<sub>2</sub>气体作为吹扫气体从气体喷嘴8喷出而进行步骤S2(图11)。之后,从第1气体供给机构9A向气体喷嘴8供给N<sub>2</sub>气体,从第2气体供给机构9B向气体喷嘴8供给第2成膜气体,使它们的混合气体从该气体喷嘴8喷出而进行步骤S3(图12)。然后,N<sub>2</sub>气体与步骤S2同样地被从第1气体供给机构9A和第2气体供给机构9B分别向气体喷嘴8供给,该N<sub>2</sub>气体作为吹扫气体从该气体喷嘴8喷出而进行步骤S4(图11)。

[0078] 之后,例如在从第1气体供给机构9A和第2气体供给机构9B向气体喷嘴8的气体的供给停止了的状态下,从气体喷头7供给IF<sub>7</sub>气体而进行步骤S5(图13)。此外,该步骤S5只要是已述的ClF<sub>3</sub>气体、F<sub>2</sub>气体等能够对Si进行蚀刻的F系气体,即使使用任一气体也能够进行。然后,与步骤S2、S4同样地从第1气体供给机构9A和第2气体供给机构9B分别向气体喷嘴8供给N<sub>2</sub>气体,该N<sub>2</sub>气体作为吹扫气体从该气体喷嘴8喷出,而进行步骤S6(图11)。

[0079] 也可以是,在如此进行蚀刻模块5的处理之际,通过对配管加热器76和台加热器62的输出进行控制,晶圆W的温度比从气体喷嘴8喷出的成膜气体(第1成膜气体和第2成膜气体)的温度低,喷出来的成膜气体效率良好地吸附于晶圆W。另外,也可以是,对于侧壁主体部53的温度,以使侧壁主体部53的温度比从气体喷嘴8喷出的成膜气体的温度低的方式对配管加热器76和侧壁加热器54的输出进行控制,使得与该侧壁主体部53碰撞了的成膜气体降温。通过使碰撞的成膜气体如此降温,在供给到晶圆W之际成膜气体的温度变得比较低,能够使成膜气体效率更良好地吸附于晶圆W。在该情况下,为了防止向侧壁主体部53成膜,例如以使侧壁主体部53的温度>晶圆W的温度的方式对上述的台加热器62和侧壁加热器54的输出进行控制,。

[0080] 还有,期望的是蚀刻气体和成膜气体这两者都在晶圆W的面内均匀性较高地供给,由成膜气体成膜的聚脲膜23是如上述那样在蚀刻处理后的要从晶圆W去除的牺牲膜,因此,优选在晶圆W的面内均匀性更高地供给用于在晶圆W形成图案的蚀刻气体。在气体喷嘴8和气体喷头7中,预想呈喷淋状供给气体的气体喷头7能够向晶圆W的面内均匀性更高地供给气体。并且,气体喷头7具有在内部形成的流路变窄、弯曲性变高的倾向,以使气体的扩散性良好,能够从各气体喷出孔74均匀性较高地供给气体。也就是说,对于在该气体喷头7内的流路流动的气体,受到比较大的压力损失。因此,蚀刻模块5构成为,对于蚀刻气体,从气体喷头7供给,以具有较高的均匀性而向晶圆W供给,对于成膜气体,为了防止由流路内的压力损失导致的液化,从气体喷嘴8喷出。

[0081] 在上述的蚀刻模块5中,也可以从独立的气体喷嘴喷出第1成膜气体和第2成膜气体。另外,对于气体喷嘴8,也可以构成为在例如横向上具备宽幅的喷出口。对于排气口66,也并不限于在处理容器51的底部开口,也可以在例如处理容器51的下方侧的侧壁开口。另外,对于吹扫气体,也可以从气体喷头7喷出。还有,也可以是,在处理容器51的顶部设置具备以例如沿着俯视晶圆W的圆周的方式呈同心圆状开口的气体的喷出口的气体供给部来替

代气体喷头7而向晶圆W供给蚀刻气体。也就是说,作为蚀刻气体供给部,并不限于构成为气体喷头7的情况。

[0082] 另外,对于基板处理装置3,也可以是例如将分别具备在内部形成真空气氛的处理容器的成膜模块、蚀刻模块与具备晶圆W的输送机构的真空气氛的输送室连接而构成的。在该情况下,构成为,成膜模块能进行步骤S1~S4,蚀刻模块能进行步骤S5、S6,利用设置于上述的真空气氛的输送室的输送机构,使晶圆W在蚀刻模块与成膜模块之间反复移动,反复进行由步骤S1~S6构成的循环。也就是说,也可以在互不相同的处理容器内进行成膜和蚀刻。不过,通过使基板处理装置3具备上述的蚀刻模块5,在反复进行上述的循环时,能够节省在这样的模块间移动的时间,因此,能够谋求生产率的提高。

[0083] 还有,在图14中示出有作为蚀刻模块5的变形例的蚀刻模块50。对于该蚀刻模块50,以与蚀刻模块5之间的差异点为中心进行说明。在蚀刻模块50未设置气体喷嘴8,气体供给管81的下游端与气体喷头7连接,向气体扩散空间72供给成膜气体。因而,在蚀刻模块50中,蚀刻气体、成膜气体分别从气体喷头7向处理容器51内供给。此外,如此从气体喷头7喷出成膜气体,因此,也可以不设置用于对从气体喷嘴8喷出来的成膜气体进行引导的处理容器51的下层部52。也就是说,处理容器51的侧壁的壁面也可以不朝向载置台61突出,而是构成为垂直面。

[0084] 另外,作为将含有胺的第1成膜气体、含有异氰酸酯的第2成膜气体、蚀刻气体以及吹扫气体向处理容器51内供给的顺序,并不限于已述的例子。例如,对于第1成膜气体和第2成膜气体,替代依次向处理容器51内供给,能够同时向处理容器51内供给。即、以第1成膜气体和第2成膜气体、吹扫气体、蚀刻气体、吹扫气体的顺序供给气体。并且,也可以是,将该顺序的成膜气体、蚀刻气体和吹扫气体的供给设为1个循环,通过对1张晶圆W反复进行该循环,交替地反复进行聚脲膜23的成膜和多晶硅膜14的蚀刻。另外,对于第1成膜气体、第2成膜气体以及蚀刻气体,也可以同时向处理容器51内供给。也就是说,也可以是,在SiOCN膜15的孔部16成膜聚脲膜23,同时进行多晶硅膜14的蚀刻。在该情况下,在这些第1成膜气体、第2成膜气体以及蚀刻气体的供给后,供给吹扫气体而对处理容器51内进行吹扫。此外,也可以是,将第1成膜气体、第2成膜气体以及蚀刻气体的供给和之后的吹扫气体的供给设为1个循环,通过对1张晶圆W反复进行该循环来进行处理。在利用蚀刻模块5、50进行处理的情况下,从控制部30向该蚀刻模块5、50的各部输出控制信号,以便进行这样的处理。

[0085] 本发明并不限于已述的各实施方式,能够适当变更各实施方式,另外,各实施方式能够相互组合。

[0086] (评价试验)

[0087] 说明与本发明相关联地进行了的评价试验1、2。作为评价试验1,对表面部如图1所示那样构成的晶圆W如在背景技术的项目中进行了说明那样进行了去除多晶硅膜14的处理。详细地说明,以各向同性干蚀刻将多晶硅膜14去除到氧化硅膜12与SiGe膜11之间的界面附近之后,以各向异性蚀刻将下部多晶硅膜14去除,如图5所示那样形成了侧壁由SiOCN膜15构成的凹部17。之后,向晶圆W供给第1成膜气体和第2成膜气体,而以覆盖包括凹部17的侧壁在内的晶圆W的表面的方式成膜厚度成为4nm的聚脲膜23。然后,在如图14所示那样向晶圆W供给了IF<sub>7</sub>气体之后,对SiGe膜11的状态进行了确认,但未产生损伤。因而,根据该试验结果认为:通过如在图2~图4中进行了说明那样以埋入SiOCN膜15的孔部16的方式形

成聚脲膜23,能够相对于由IF<sub>7</sub>气体进行的蚀刻保护SiGe膜11。

[0088] 接下来,对评价试验2进行说明。在该评价试验2中,使用试验用的装置而对试验用的基板进行了在图2~图5中已说明的处理,该试验用的装置构成为,能够向与上述的蚀刻模块5、50同样地形成有真空气氛的处理容器51内供给各种气体。也就是说,在反复实施了步骤S1~S6的循环之后,进行了步骤S7的用于使聚脲膜23解聚的加热处理。上述的试验用的基板具备在图1中进行了说明的膜构造。并且,在进行了步骤S7的加热处理之后,进行了聚脲膜23是否残留于SiOCN膜15的孔部16的确认和SiGe膜11是否由于蚀刻气体而受到了损伤的确认。此外,上述的步骤S1~S6的反复的循环是在向处理容器51内供给蚀刻气体而对多晶硅膜14的上部进行蚀刻、对处理容器51内进行了吹扫之后进行。

[0089] 对步骤S1~S4中的处理条件、即、第1成膜气体供给时、第2成膜气体供给时、刚刚供给第1成膜气体或第2成膜气体之后的各吹扫时的处理条件进行说明。将处理容器51内的压力设为0.1Torr (13.3Pa)~10Torr (1333Pa),将基板的温度设为0℃~100℃。并且,作为第1成膜气体,使用叔丁胺,作为第2成膜气体,使用叔丁基氰酸酯,分别以20sccm~500sccm向处理容器51供给这些第1成膜气体、第2成膜气体。以100sccm~1000sccm向处理容器51供给了N<sub>2</sub>气体作为吹扫气体。

[0090] 说明在上述的步骤S1~S6的循环之前进行了的蚀刻、步骤S5的蚀刻和紧挨着这些蚀刻之后的各吹扫时的处理条件。处理容器51内的压力设为0.1Torr~10Torr,基板的温度设为0℃~100℃。作为蚀刻气体,使用了ClF<sub>3</sub>(三氟化氯)气体。作为吹扫,将N<sub>2</sub>气体以100sccm~1000sccm向处理容器51内供给而进行了吹扫。

[0091] 另外,作为步骤S7的解聚时的处理条件,将处理容器51内的压力设为0.1Torr~10Torr,将基板的温度设为100℃~400℃。另外,在进行该解聚之际,以100sccm~2000sccm向处理容器51供给了N<sub>2</sub>气体作为吹扫气体。

[0092] 此外,在步骤S1~S6的循环之前的蚀刻中,沿着上下方向对多晶硅膜14进行蚀刻80nm,对于步骤S5的蚀刻,沿着上下方向对多晶硅膜14进行了蚀刻60nm。进行了3次步骤S1~S6的循环。因而,在该评价试验2中,对多晶硅膜14进行了蚀刻合计260nm。进行成膜和之后的吹扫的时间、即从使步骤S1开始到使步骤S4结束的时间设为5分钟。此外,该评价试验2中的处理前和处理后的重量变化量是128wt ppm。

[0093] 如上述那样,对执行步骤S7后的基板进行了确认,结果,SiOCN膜15的孔部16中的聚脲膜23未残留,未确认到SiGe膜11中的损伤。因而,根据该评价试验2的结果确认到针对本公开的处理的效果。

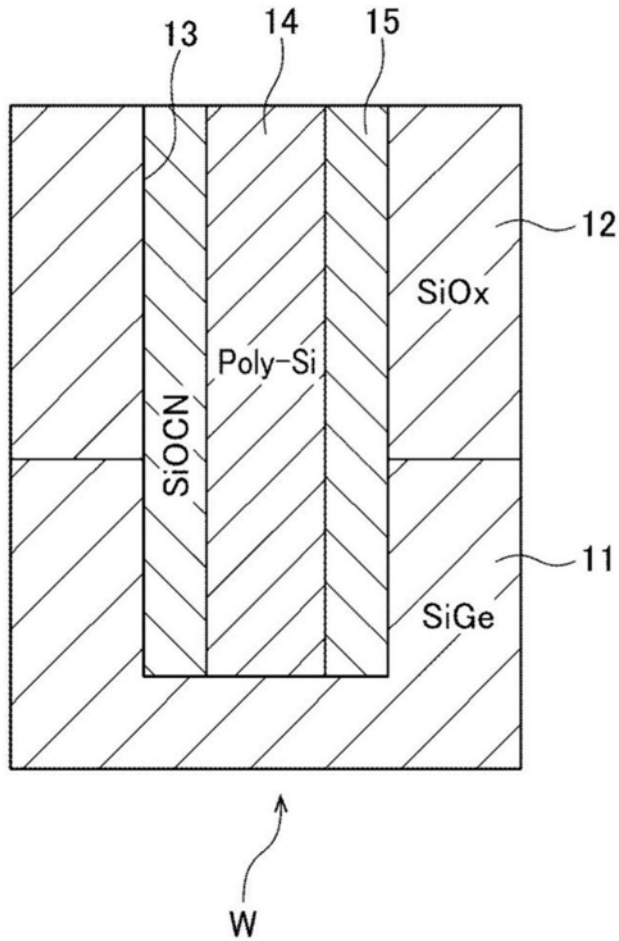


图1

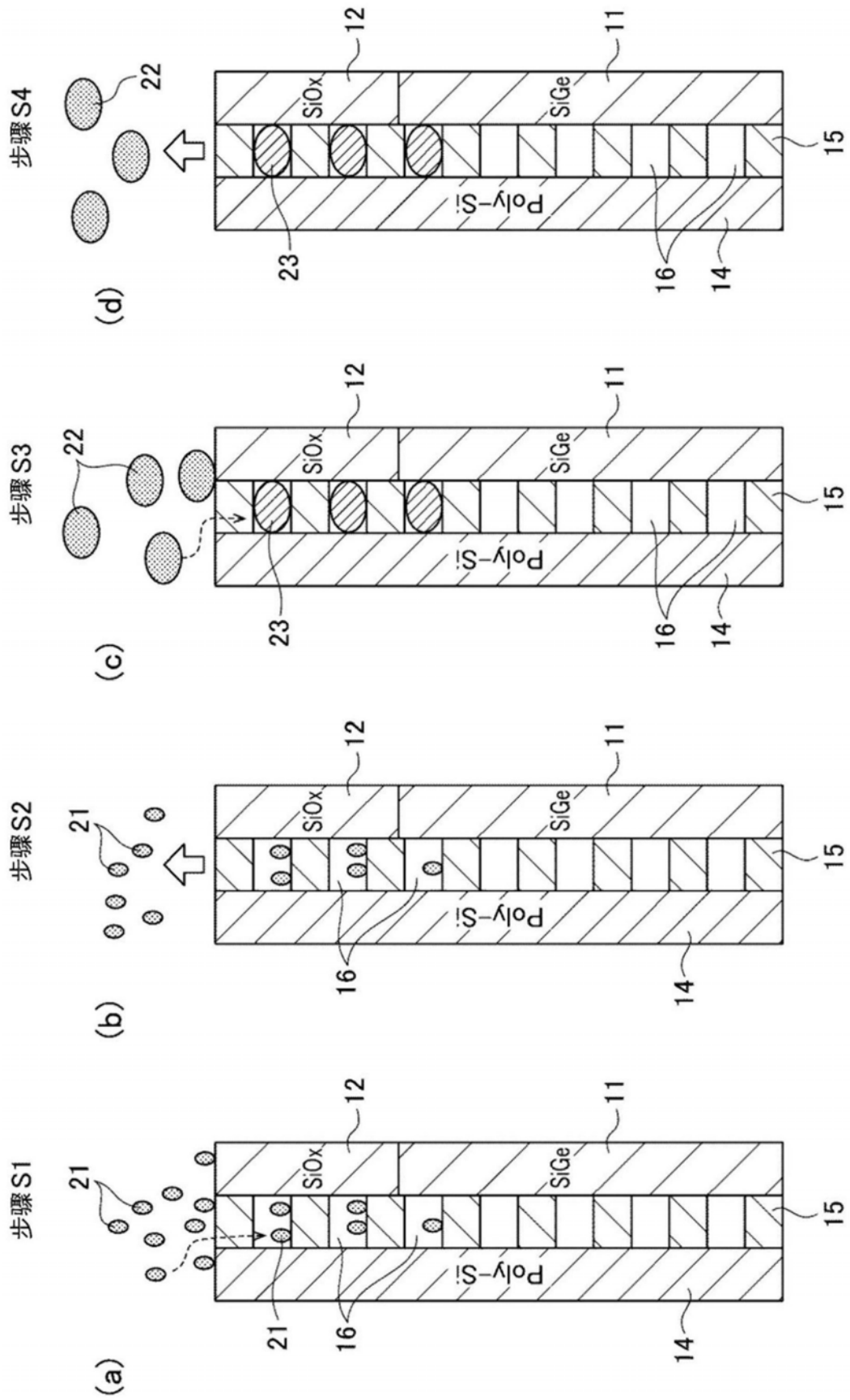


图2



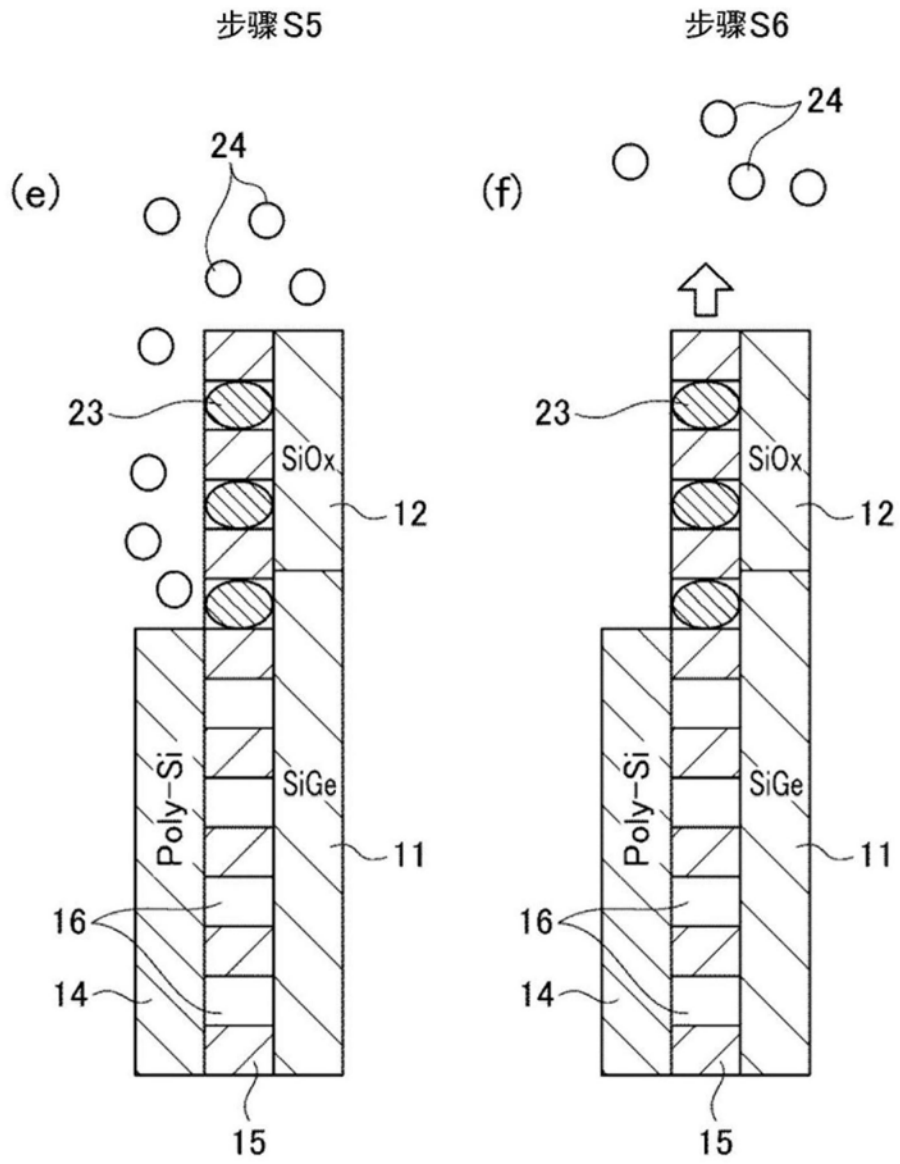


图3

步骤 S7

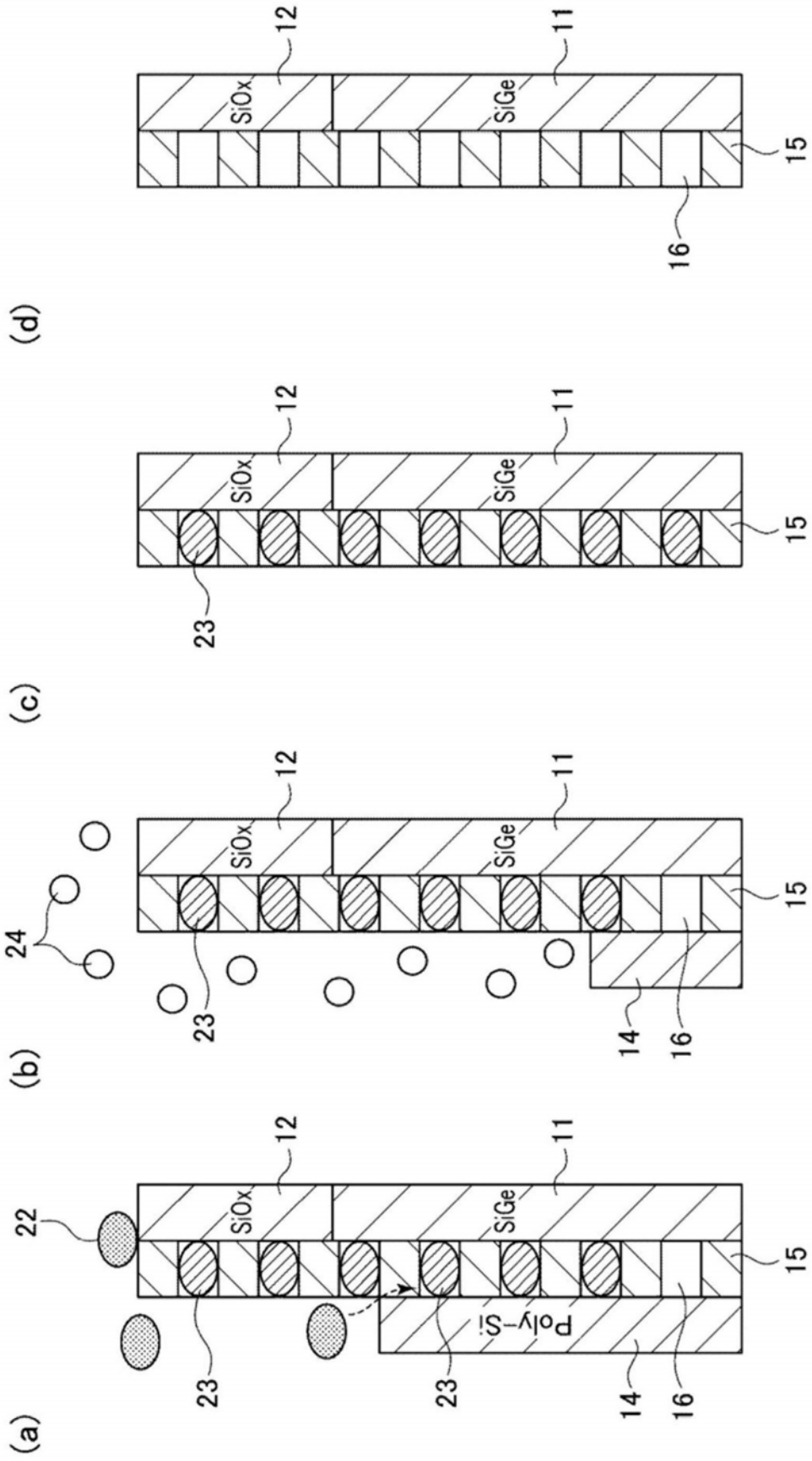


图4

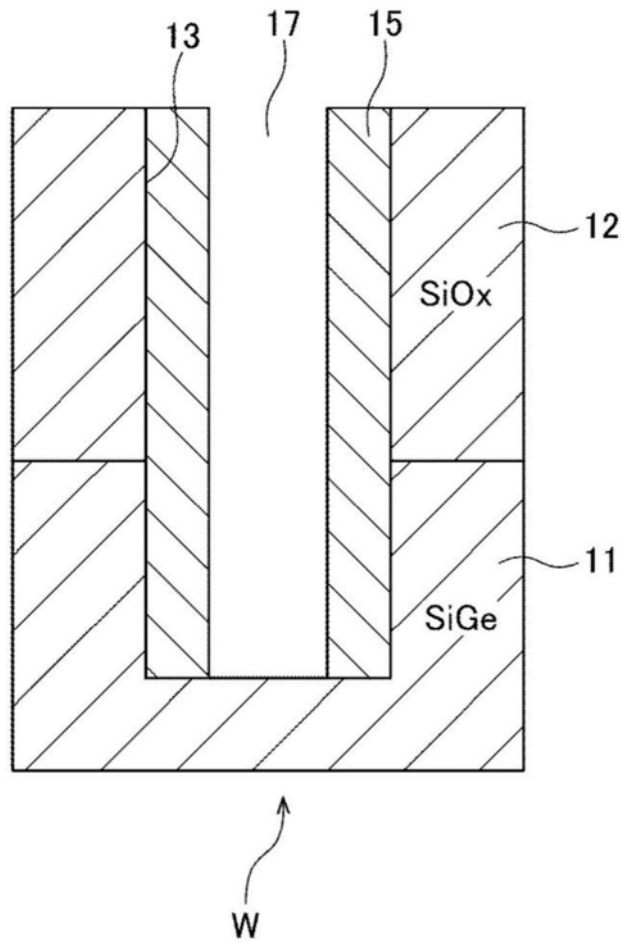


图5

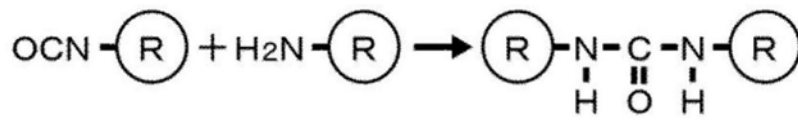


图6

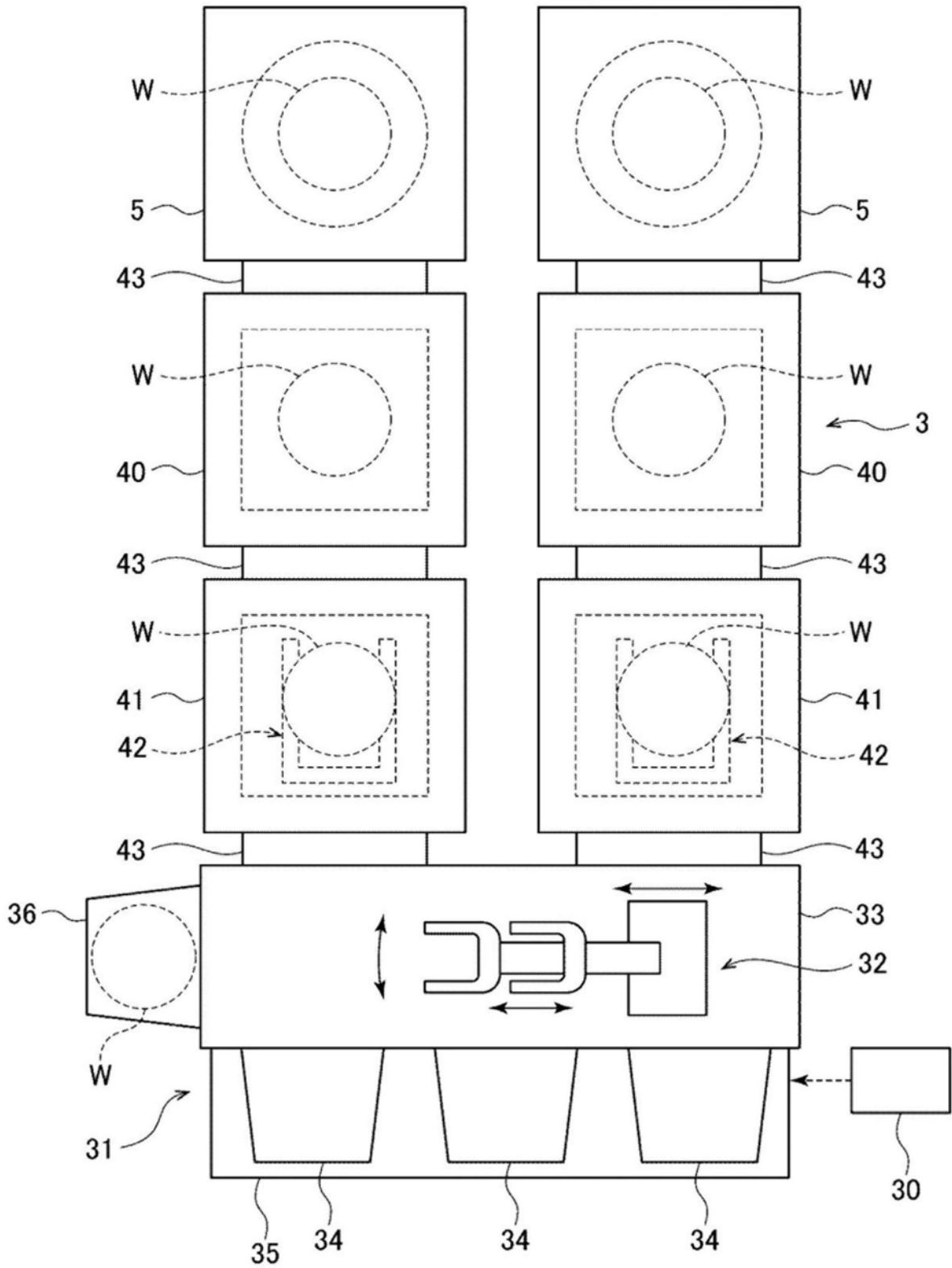


图7

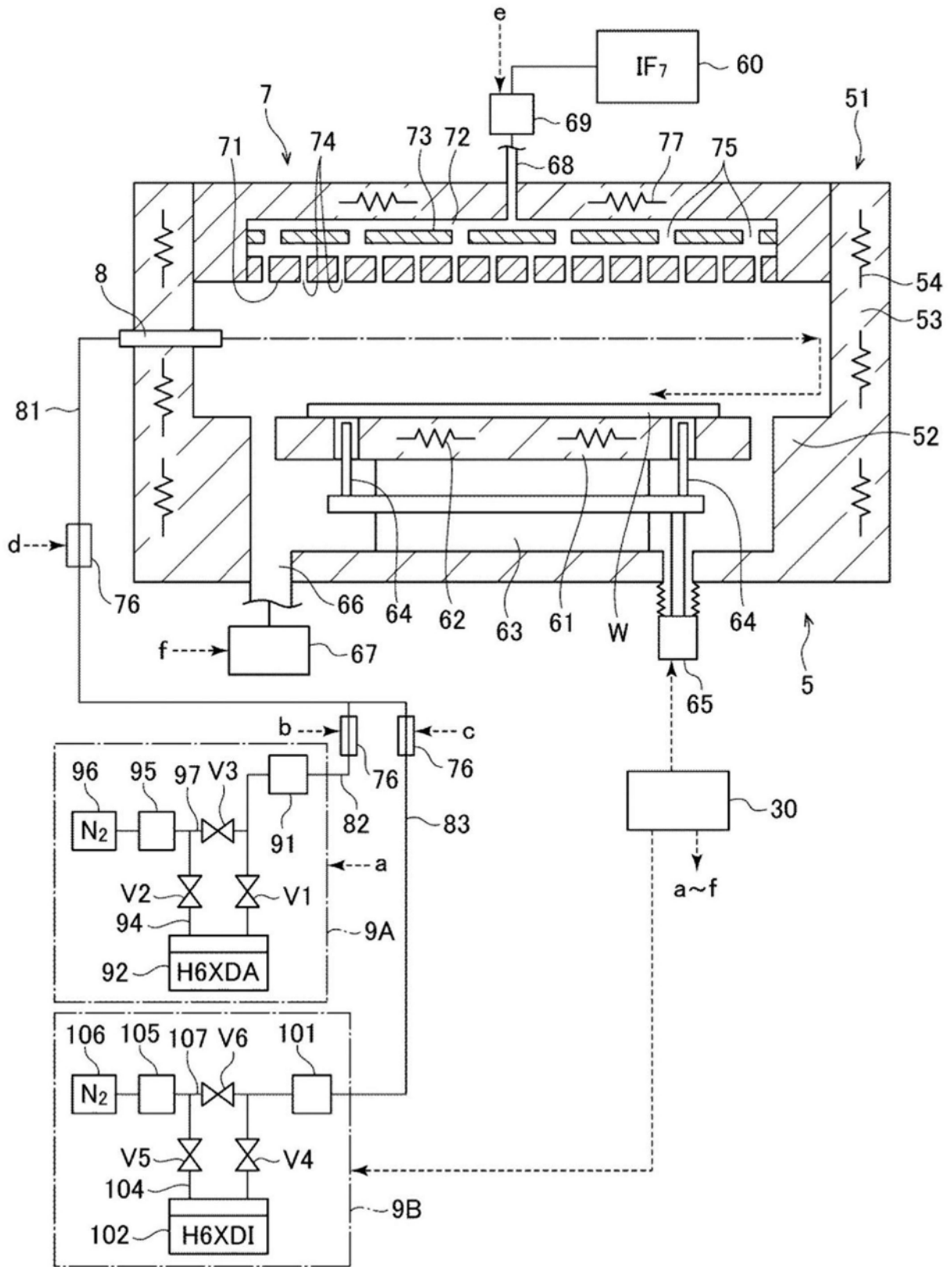


图8

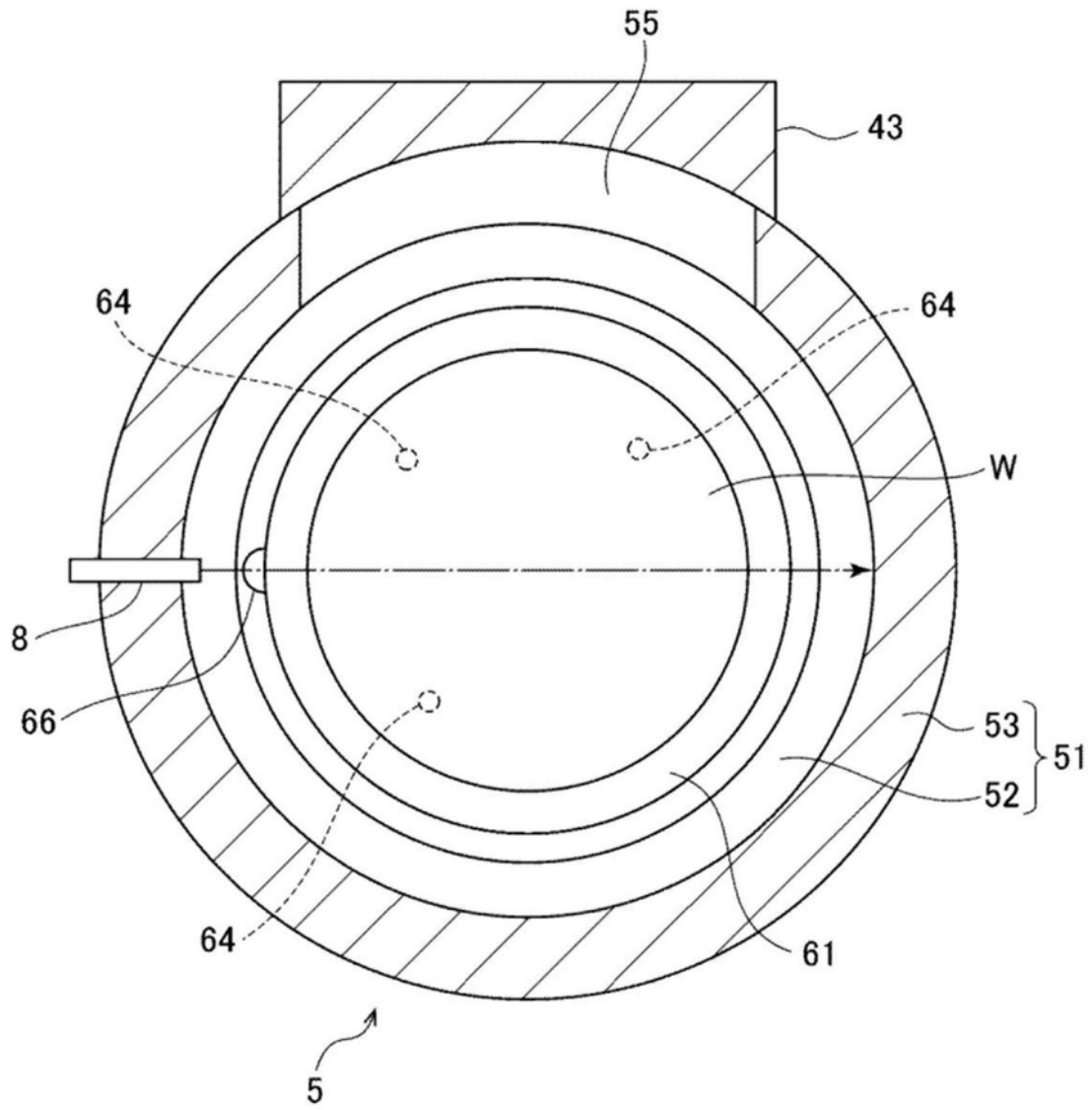


图9

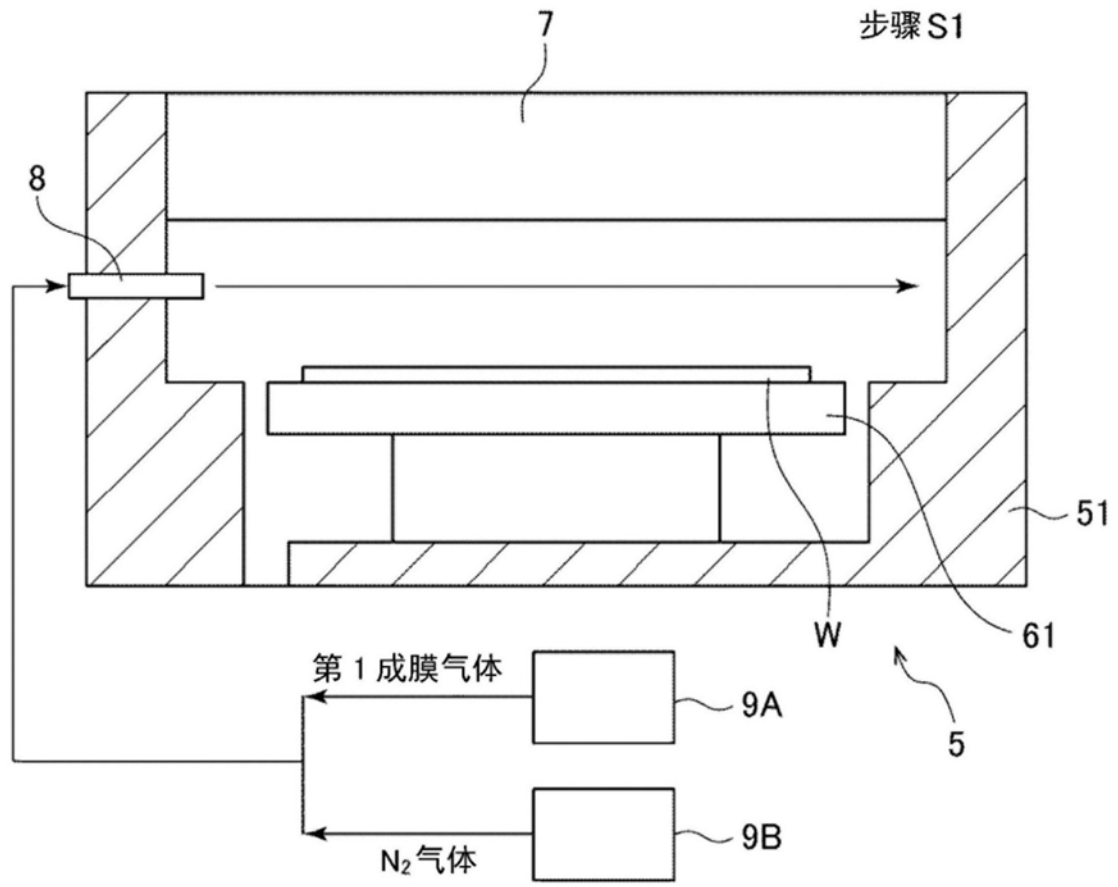


图10

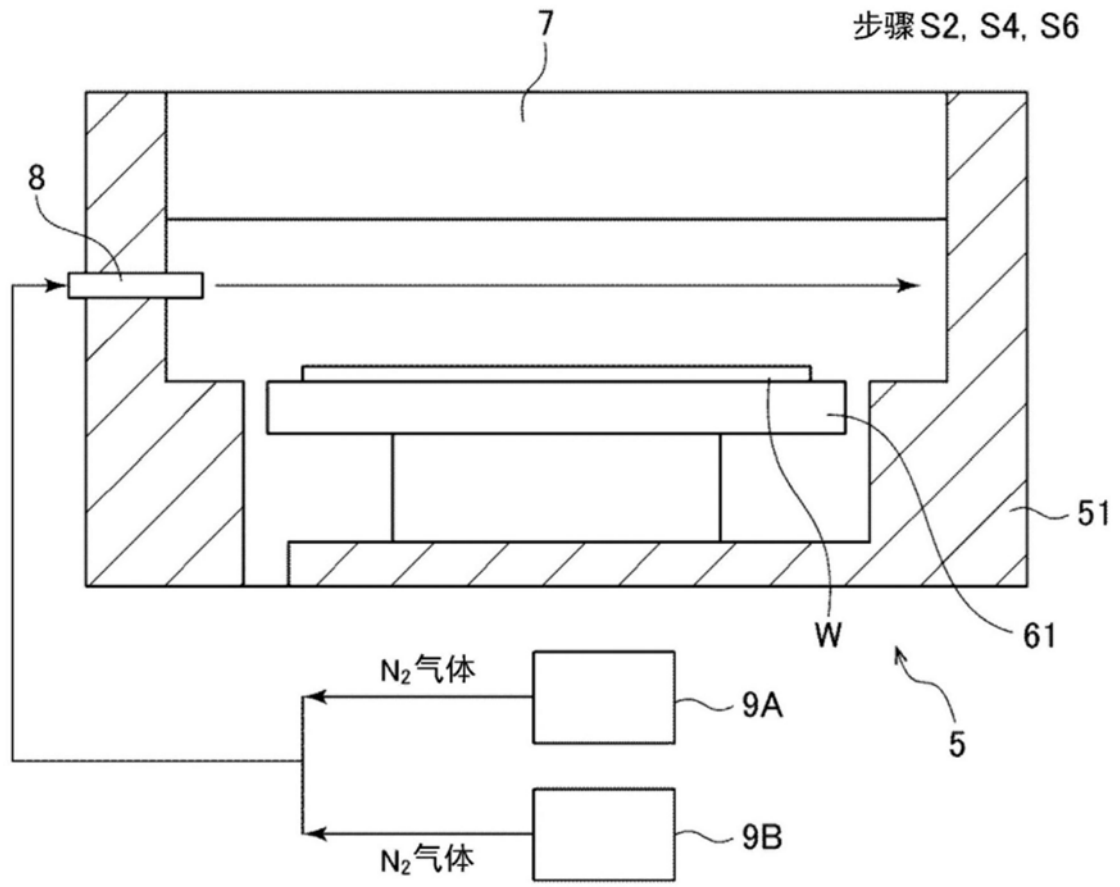


图11



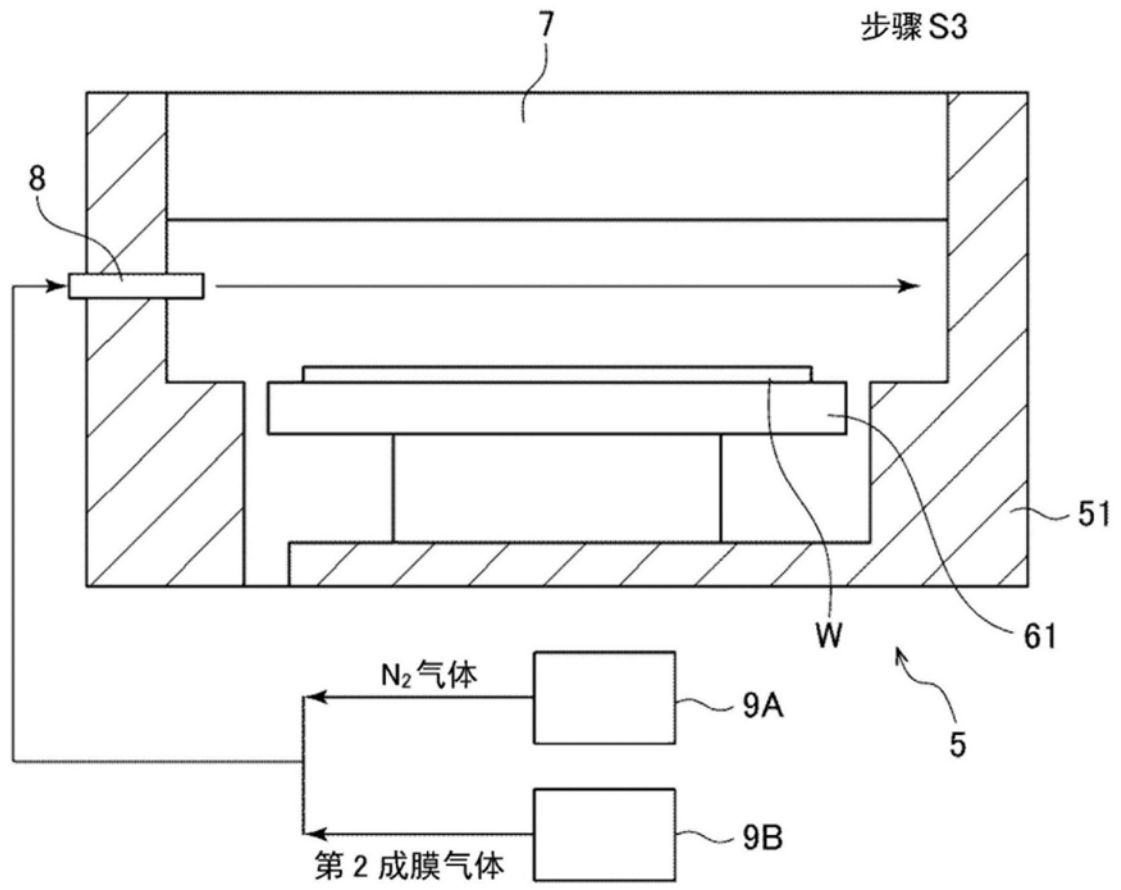


图12

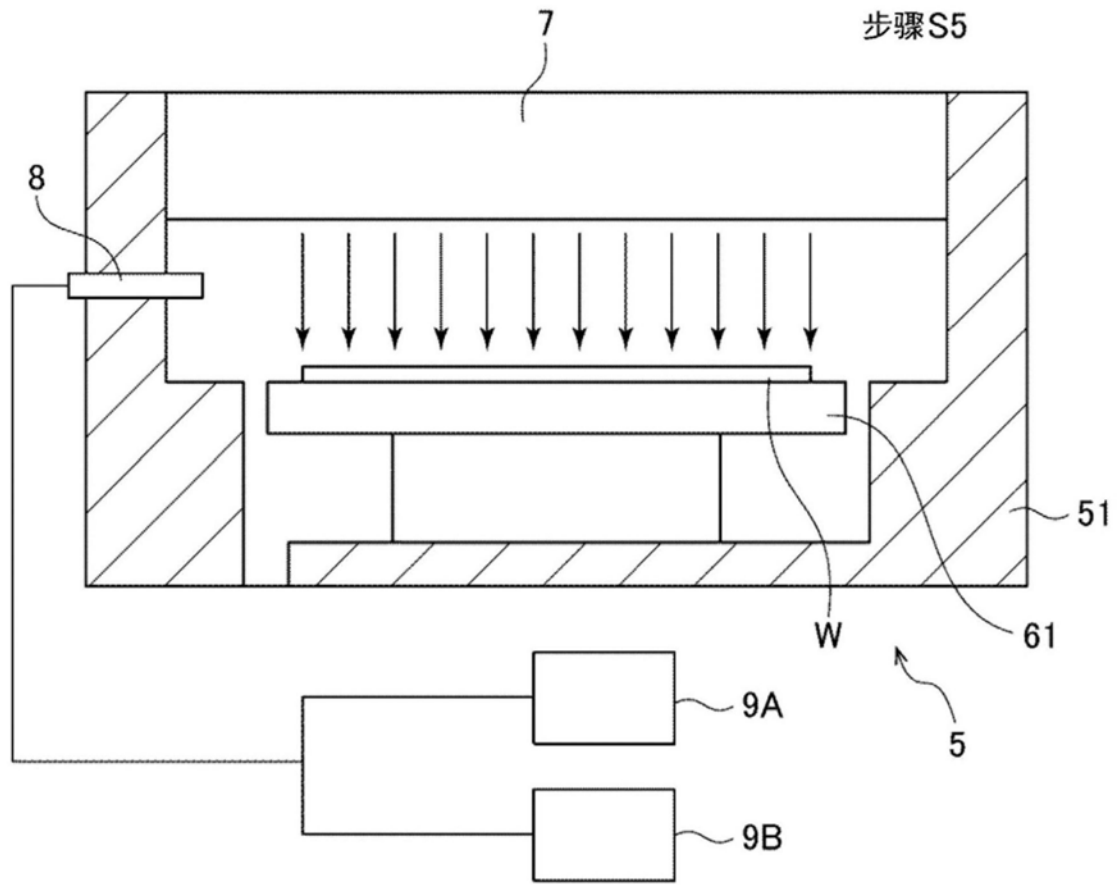


图13

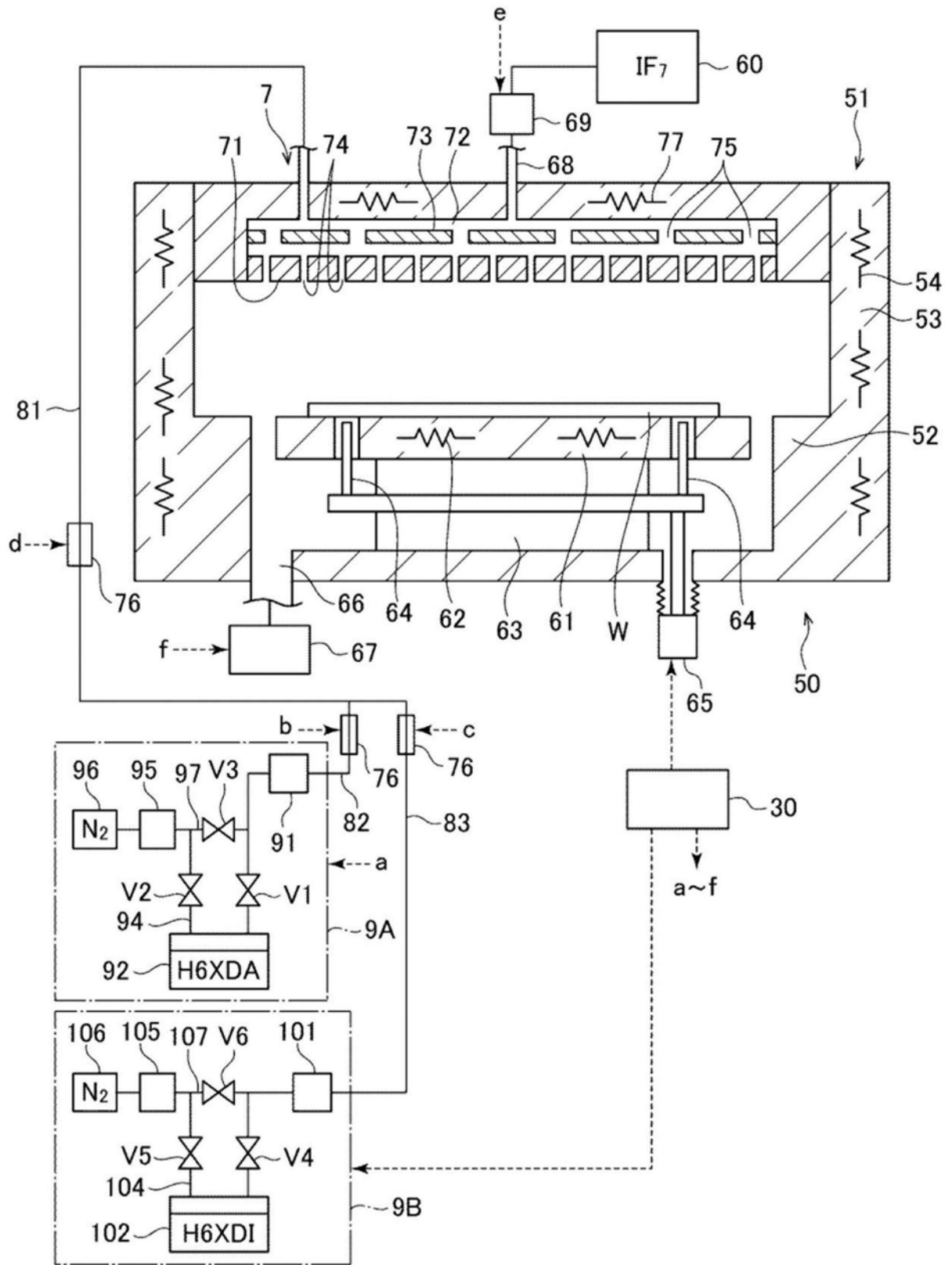


图14

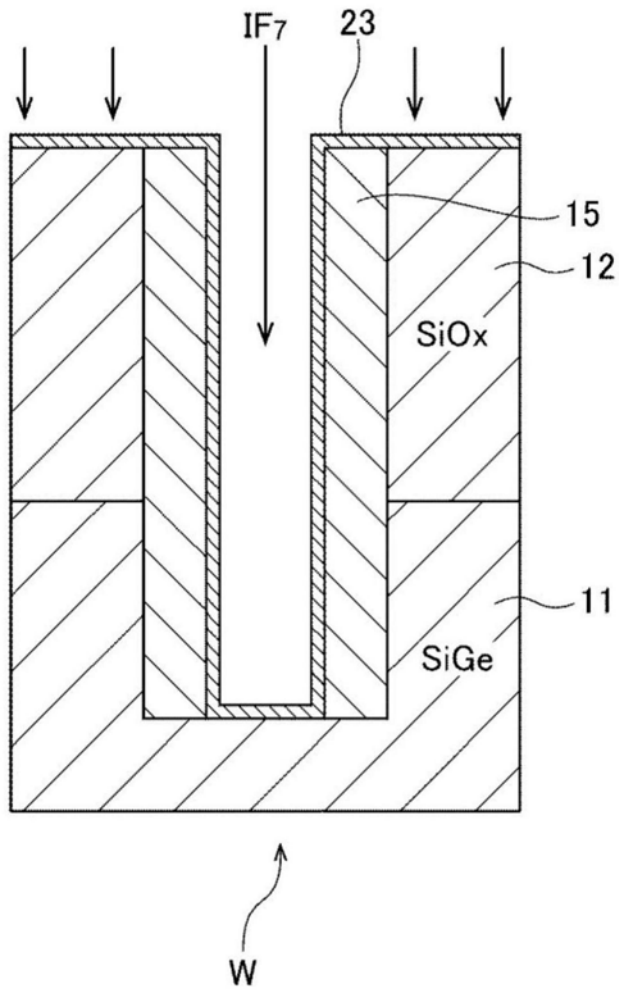


图15