



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119816921 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 11

(21) 申请号 202380066553.4

(22) 申请日 2023.09.20

(30) 优先权数据

2022-153628 2022.09.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/034013 2023.09.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/070834 JA 2024.04.04

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本

(72) 发明人 熊仓翔 小野健太 中根由太

西冢哲也 本田昌伸

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

专利代理师 龙淳 牛孝灵

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

C23C 16/18 (2006.01)

C23C 16/455 (2006.01)

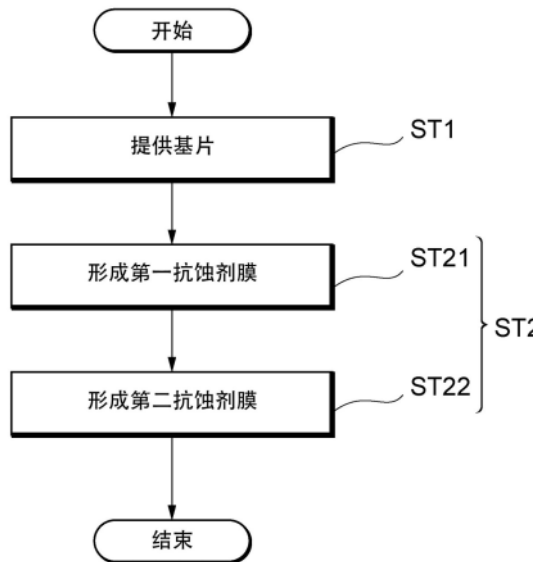
权利要求书3页 说明书23页 附图11页

## (54) 发明名称

基片处理方法和基片处理系统

## (57) 摘要

本发明提供调节抗蚀剂膜的曝光灵敏度的技术。提供一种基片处理方法。该方法包括：工序(a)，提供具有基底膜的基片(ST1)；和工序(b)，在基底膜上形成含金属抗蚀剂膜(ST2)。工序(b)包括：工序(b1)，在基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜(ST21)；和工序(b2)，在第一抗蚀剂膜上形成以与第一抗蚀剂膜不同的组成比含有金属的第二抗蚀剂膜(ST22)。



1. 一种基片处理方法,其特征在于,包括:  
工序(a),提供具有基底膜的基片;和  
工序(b),在所述基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,其中,  
所述工序(b)包括:  
工序(b1),在所述基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和  
工序(b2),在所述第一抗蚀剂膜上形成以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜。
2. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述第二抗蚀剂膜中的金属的组成比低于所述第一抗蚀剂膜中的金属的组成比。
3. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述含金属抗蚀剂膜包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。
4. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,  
在所述工序(b)中,所述含金属抗蚀剂膜形成为,金属的组成比随着从所述基底膜去往上方而呈台阶状地或连续地变化。
5. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述工序(b1)和所述工序(b2)各自包括在所述基片上涂布溶液的工序,所述工序(b2)中使用的溶液中的含金属前体的组成比,低于所述工序(b1)中使用的溶液中的含金属前体的组成比。
6. 如权利要求5所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述工序(b1)包括对涂布了所述溶液的基片进行加热的工序。
7. 如权利要求5所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述工序(b2)包括对涂布了所述溶液的基片进行加热的工序。
8. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述工序(b1)和所述工序(b2)各自包括对所述基片提供包含含金属气体和氧化性气体的混合气体的工序,所述含金属气体的流量相对于所述混合气体的总流量之比或所述混合气体的总流量,在所述工序(b2)中比在所述工序(b1)中低。
9. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述工序(b1)和所述工序(b2)各自包括交替地供给包含含金属气体的第一气体和包含氧化性气体的第二气体的工序,所述第一气体的流量相对于所述第二气体的流量之比或所述第一气体与所述第二气体的总流量,在所述工序(b2)中比在所述工序(b1)中低。
10. 如权利要求8或9所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述含金属气体包含含金属有机前体。
11. 如权利要求8或9所述的基片处理方法,其特征在于,  
所述氧化性气体包含选自 $H_2O$ 气体、 $H_2O_2$ 气体、 $O_3$ 气体和 $O_2$ 气体中的至少1者。
12. 如权利要求8或9所述的基片处理方法,其特征在于,  
在所述工序(a)中,所述基片被提供至基片支承部上,  
所述工序(b2)中的所述基片支承部的温度比所述工序(b1)中的所述基片支承部的温度低。
13. 如权利要求8或9所述的基片处理方法,其特征在于,

所述工序 (b1) 包括对所述基片进行加热的工序。

14. 如权利要求8或9所述的基片处理方法,其特征在於,  
所述工序 (b2) 包括对所述基片进行加热的工序。

15. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在於,  
所述工序 (b) 包括:

工序 (b3),在所述第二抗蚀剂膜上,形成1层或多层以与所述第一抗蚀剂膜和所述第二抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的抗蚀剂膜。

16. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在於,还包括:

工序 (c),在所述工序 (b) 之后对所述基片进行加热。

17. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在於,还包括:

工序 (d),在所述工序 (b) 之后对所述基片进行曝光,在所述含金属抗蚀剂膜形成被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域。

18. 如权利要求17所述的基片处理方法,其特征在於,还包括:

工序 (e),在所述工序 (d) 之后对所述基片进行显影,从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域。

19. 一种基片处理方法,其特征在於,包括:

工序 (a),提供基片,其中,所述基片具有基底膜和所述基底膜上的含金属抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括所述基底膜上的含有金属的第一抗蚀剂膜、和所述第一抗蚀剂膜上的以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域;和

工序 (b),对所述基片进行显影,从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域。

20. 如权利要求18或19所述的基片处理方法,其特征在於,还包括:

工序 (f),在对所述基片进行显影而从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域的工序之后,对所述基底膜进行蚀刻。

21. 一种基片处理系统,具有1个或多个基片处理装置和控制部,其特征在於:

所述控制部构成为能够使所述1个或多个基片处理装置执行包括控制 (a) 和控制 (b) 的控制,其中,

在所述控制 (a) 中提供具有基底膜的基片,

在所述控制 (b) 中在所述基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,

所述控制 (b) 包括:

控制 (b1),在所述基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和

控制 (b2),在所述第一抗蚀剂膜上形成以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜。

22. 一种基片处理系统,具有1个或多个基片处理装置和控制部,其特征在於:

所述控制部构成为能够使所述1个或多个基片处理装置执行:

控制 (a),提供基片,其中,所述基片具有基底膜和所述基底膜上的含金属抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括所述基底膜上的含有金属的第一抗蚀剂膜、和所述第一抗蚀剂膜上的以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域;和

控制(b),对所述基片进行显影,从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域。

## 基片处理方法和基片处理系统

### 技术领域

[0001] 本发明的示例性实施方式涉及基片处理方法和基片处理系统。

### 背景技术

[0002] 专利文献1公开了一种技术,用于在半导体基片上形成能够使用极紫外光(Extreme Ultra Violet光,以下称为“EUV光”)进行图案化的薄膜。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特表2021-523403号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的技术问题

[0007] 本发明提供一种调节抗蚀剂膜的曝光灵敏度的技术。

[0008] 解决问题的技术手段

[0009] 在本发明的一个示例性实施方式中,提供一种基片处理方法,包括:工序(a),提供具有基底膜的基片;和工序(b),在所述基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,其中,所述工序(b)包括:工序(b1),在所述基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和工序(b2),在所述第一抗蚀剂膜上形成以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜。

[0010] 发明效果

[0011] 根据本发明的一个示例性实施方式,能够提供一种调节抗蚀剂膜的曝光灵敏度的技术。

### 附图说明

[0012] 图1是用于说明热处理系统的结构例的图。

[0013] 图2是用于说明等离子体处理系统的结构例的图。

[0014] 图3是用于说明电容耦合型的等离子体处理装置的结构例的图。

[0015] 图4是用于说明液处理系统的结构例的图。

[0016] 图5是表示本处理方法的流程图。

[0017] 图6是表示基片W的基底膜UF之一例的图。

[0018] 图7是表示基片W的基底膜UF之一例的图。

[0019] 图8是表示形成有第一抗蚀剂膜RM1的基片W的截面结构之一例的图。

[0020] 图9是表示使用了ALD法的工序ST21之一例的流程图。

[0021] 图10是示意地表示在使用了ALD法的工序ST21中,在基片W的表面发生的现象之一例的图。

[0022] 图11是表示形成有第二抗蚀剂膜RM2的基片W的截面结构之一例的图。

[0023] 图12是用于说明基片处理系统SS的结构例的框图。

[0024] 图13是表示方法MT的流程图。

### 具体实施方式

[0025] 以下,对本发明的各实施方式进行说明。

[0026] 在一个示例性实施方式中,提供一种基片处理方法,包括:工序(a),提供具有基底膜的基片;和工序(b),在基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,其中,工序(b)包括:工序(b1),在基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和工序(b2),在第一抗蚀剂膜上形成以与第一抗蚀剂膜不同的组成比含有金属的第二抗蚀剂膜。

[0027] 在一个示例性实施方式中,第二抗蚀剂膜中的金属的组成比低于第一抗蚀剂膜中的金属的组成比。

[0028] 在一个示例性实施方式中,含金属抗蚀剂膜包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。

[0029] 在一个示例性实施方式中,含金属膜形成为,金属的组成比随着从基底膜去往上方而呈台阶状地或连续地变化。

[0030] 在一个示例性实施方式中,工序(b1)和工序(b2)各自包括在基片上涂布溶液的工序,工序(b2)中使用的溶液中的含金属前体的金属组成比,低于工序(b1)中使用的溶液中的含金属前体的金属组成比。

[0031] 在一个示例性实施方式中,工序(b1)包括对涂布了溶液的基片进行加热的工序。

[0032] 在一个示例性实施方式中,工序(b2)包括对涂布了溶液的基片进行加热的工序。

[0033] 在一个示例性实施方式中,工序(b1)和工序(b2)各自包括对基片提供包含含金属气体和氧化性气体的混合气体的工序,含金属气体的流量相对于混合气体的总流量之比或混合气体的总流量,在工序(b2)中比在工序(b1)中低。

[0034] 在一个示例性实施方式中,工序(b1)和工序(b2)各自包括交替地供给包含含金属气体的第一气体和包含氧化性气体的第二气体的工序,第一气体的流量相对于第二气体的流量之比或第一气体与第二气体的总流量,在工序(b2)中比在工序(b1)中低。

[0035] 在一个示例性实施方式中,含金属气体包含含金属有机前体。

[0036] 在一个示例性实施方式中,氧化性气体包含选自 $H_2O$ 气体、 $H_2O_2$ 气体、 $O_3$ 气体和 $O_2$ 气体中的至少1者。

[0037] 在一个示例性实施方式中,在工序(a)中,基片被提供至基片支承部上,工序(b2)中的基片支承部的温度比工序(b1)中的基片支承部的温度低。

[0038] 在一个示例性实施方式中,工序(b1)包括对基片进行加热的工序。

[0039] 在一个示例性实施方式中,工序(b2)包括对基片进行加热的工序。

[0040] 在一个示例性实施方式中,工序(b)包括:工序(b3),在第二抗蚀剂膜上,形成1层或多层以与第一抗蚀剂膜和第二抗蚀剂膜不同的组成比含有金属的抗蚀剂膜。

[0041] 在一个示例性实施方式中,还包括工序(c),在工序(b)之后对基片进行加热。

[0042] 在一个示例性实施方式中,还包括工序(d),在工序(b)之后对基片进行曝光,在含金属抗蚀剂膜形成被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域。

[0043] 在一个示例性实施方式中,还包括工序(e),在工序(d)之后对基片进行显影,从含金属抗蚀剂膜有选择地除去第二区域。

[0044] 在一个示例性实施方式中,提供一种基片处理方法,包括:工序(a),提供基片,其中,所述基片具有基底膜和所述基底膜上的含金属抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括所述基底层上的含有金属的第一抗蚀剂膜、和所述第一抗蚀剂膜上的以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域;和工序(b),对所述基片进行显影,从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域。

[0045] 在一个示例性实施方式中,还包括:工序(f),在对所述基片进行显影而从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域的工序之后,对所述基底膜进行蚀刻。

[0046] 在一个示例性实施方式中,提供一种基片处理系统,具有1个或多个基片处理装置和控制部,控制部构成为能够使1个或多个基片处理装置执行包括控制(a)和控制(b)的控制,其中,在控制(a)中提供具有基底膜的基片,在控制(b)中在基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,控制(b)包括:控制(b1),在基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和控制(b2),在第一抗蚀剂膜上形成以与第一抗蚀剂膜不同的组成比含有金属的第二抗蚀剂膜。

[0047] 在一个示例性实施方式中,提供一种基片处理系统,具有1个或多个基片处理装置和控制部,控制部构成为能够使1个或多个基片处理装置执行:控制(a),提供基片,其中,基片具有基底膜和基底膜上的含金属抗蚀剂膜,含金属抗蚀剂膜包括基底层上的含有金属的第一抗蚀剂膜,和第一抗蚀剂膜上的以与第一抗蚀剂膜不同的组成比含有金属的第二抗蚀剂膜,含金属抗蚀剂膜包括被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域;和控制(b),对基片进行显影,从含金属抗蚀剂膜有选择地除去第二区域。

[0048] 以下,参照附图对本发明的各实施方式进行详细说明。此外,在各附图中对相同或同样的要素标注相同的附图标记,省略重复的说明。在没有特别说明的情况下,基于附图所示的位置关系说明上下左右等位置关系。附图的尺寸比例并不表示实际的比例,此外,实际的比例不限定于图示的比例。

[0049] <热处理系统的结构例>

[0050] 图1是用于说明热处理系统的结构例的图。在一个实施方式中,热处理系统包括热处理装置100和控制部200。热处理系统是基片处理系统之一例,热处理装置100是基片处理装置之一例。

[0051] 热处理装置100具有以可形成密闭空间的方式构成的处理腔室102。处理腔室102例如是气密的筒状容器,构成为能够调节内部的气氛。在处理腔室102的侧壁设置有侧壁加热器104。在处理腔室102的天花板壁(顶板)设置有天花板加热器130。处理腔室102的天花板壁(顶板)的天花板面140形成为水平的平坦面,能够通过天花板加热器130调节其温度。

[0052] 在处理腔室102内的下部侧设置有基片支承部121。基片支承部121具有基片支承面,能够在其上支承基片W。基片支承部121例如形成为俯视时呈圆形,能够在水平形成的其表面(上表面)之上载置基片W。在基片支承部121埋置有载置台加热器120。该载置台加热器120能够对载置于基片支承部121的基片W进行加热。此外,也可以在基片支承部121以包围基片W的方式配置环组件(未图示)。环组件可以包括1个或多个环状部件。通过将环组件配置于基片W的周围,能够提高基片W的外周区域的温度可控性。环组件可以根据目标热处理由无机材料或有机材料构成。

[0053] 基片支承部121由设置在处理腔室102的底面的支柱122支承于处理腔室102内。在

支柱122的周向的外侧,设置有能够垂直地升降的多个销123。多个升降销123分别插通在设于基片支承部121的贯通孔中。多个升降销123在周向上隔开间隔地排列。多个升降销123的升降动作由升降机构124控制。当升降销123在基片支承部121的表面伸出时,能够在未图示的输送机构与基片支承部121之间进行基片W的交接。

[0054] 在处理腔室102的侧壁设置有具有开口的排气口131。排气口131经由排气管与排气机构132连接。排气机构132由真空泵和阀等构成,调节来自排气口131的排气流量。通过利用该排气机构132调节排气流量等,能够调节处理腔室102内的压力。此外,在处理腔室102的侧壁,在与排气口131的开口位置不同的位置,可开闭地形成有未图示的基片W的输送口。

[0055] 此外,在处理腔室102的侧壁,在与排气口131以及基片W的输送口不同的位置设置有气体喷嘴141。气体喷嘴141将处理气体供给至处理腔室102内。从基片支承部121的中心部观察,气体喷嘴141在处理腔室102的侧壁设置于排气口131的相反侧。即,气体喷嘴141在处理腔室102的侧壁关于通过基片支承部121的中心部的垂直虚拟面与排气口131对称地设置。

[0056] 气体喷嘴141形成为从处理腔室102的侧壁向处理腔室102的中心侧伸出的棒状。气体喷嘴141的前端部从处理腔室102的侧壁例如水平地延伸。处理气体从开设于气体喷嘴141前端的喷出口喷出到处理腔室102内,在图1所示的点划线箭头的方向上流动,并从排气口131排出。此外,气体喷嘴141的前端部也可以具有朝向基片W向斜下方延伸的形状,或者也可以具有朝向处理腔室102的天花板面140向斜上方延伸的形状。

[0057] 此外,气体喷嘴141例如可以设置于处理腔室102的天花板壁。排气口131可以设置于处理腔室102的底面。

[0058] 热处理装置100具有从处理腔室102的外侧与气体喷嘴141连接的气体供给管152。在气体供给管152的周围,设置有用对气体供给管内的气体进行加热的配管加热器160。气体供给管152与气体供给部170连接。气体供给部170包括至少1个气体源和至少1个流量控制器。气体供给部可以包括使液体状态的材料气化的气化器。

[0059] 控制部200能够处理计算机可执行的命令,该命令用于使热处理装置100执行在本发明中说明的各种工序。控制部200能够构成为控制热处理装置100的各要素以执行在此说明的各种工序。在一个实施方式中,控制部200的一部分或全部可以包含在热处理装置100中。控制部200可以包括处理部200a1、存储部200a2和通信接口200a3。控制部200例如由计算机200a实现。处理部200a1能够构成为,从存储部200a2读取程序,通过执行所读取的程序来进行各种控制动作。该程序可以预先保存在存储部200a2中,也可以在需要时经由介质取得。取得的程序被保存在存储部200a2中,由处理部200a1从存储部200a2读取并执行。介质可以是计算机200a能够读取的各种存储介质,也可以是与通信接口200a3连接的通信线路。处理部200a1可以是CPU(Central Processing Unit)。存储部200a2可以包括RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、HDD(Hard Disk Drive)、SSD(Solid State Drive)或者它们的组合。通信接口200a3可以经由LAN(Local Area Network)等通信线路与热处理装置100之间进行通信。

[0060] <等离子体处理系统的结构例>

[0061] 图2是用于说明等离子体处理系统的结构例的图。在一个实施方式中,等离子体处

理系统包括等离子体处理装置1和控制部2。等离子体处理系统是基片处理系统之一例,等离子体处理装置1是基片处理装置之一例。等离子体处理装置1包括等离子体处理腔室(以下简称为“处理腔室”)10、基片支承部11和等离子体生成部12。等离子体处理腔室10具有等离子体处理空间。此外,等离子体处理腔室10具有用于将至少1种处理气体供给至等离子体处理空间的至少1个气体供给口,和用于从等离子体处理空间排出气体的至少1个气体排出口。气体供给口与后述的气体供给部20连接,气体排出口与后述的排气系统40连接。基片支承部11配置于等离子体处理空间内,具有用于支承基片的基片支承面。

[0062] 等离子体生成部12构成为能够从供给至等离子体处理空间内的至少1种处理气体生成等离子体。等离子体处理空间中形成的等离子体为电容耦合等离子体(CCP:Capacitively Coupled Plasma)、电感耦合等离子体(ICP:Inductively Coupled Plasma)、ECR等离子体(Electron-Cyclotron-resonance plasma)、螺旋波激发等离子体(HWP:Helicon Wave Plasma)或表面波等离子体(SWP:Surface Wave Plasma)等。此外,可以使用包括AC(Alternating Current)等离子体生成部和DC(Direct Current)等离子体生成部在内的各种类型的等离子体生成部。在一个实施方式中,AC等离子体生成部中使用的AC信号(AC功率)具有100kHz~10GHz范围内的频率。因此,AC信号包含RF(Radio Frequency)信号和微波信号。在一个实施方式中,RF信号具有100kHz~150MHz范围内的频率。

[0063] 控制部2能够处理计算机可执行的命令,该命令用于使等离子体处理装置1执行在本发明中说明的各种工序。控制部2能够构成为控制等离子体处理装置1的各要素以执行在此说明的各种工序。在一个实施方式中,控制部2的一部分或全部可以包含在等离子体处理装置1中。控制部2例如由计算机2a实现。控制部2可以包括处理部2a1、存储部2a2和通信接口2a3。控制部2的各结构可以与上述的控制部200(参照图1)的各结构相同。

[0064] 以下,对作为等离子体处理装置1之一例的电容耦合型的等离子体处理装置的结构例进行说明。图3是用于说明电容耦合型的等离子体处理装置的结构例的图。

[0065] 电容耦合型的等离子体处理装置1包括等离子体处理腔室10、气体供给部20、电源30和排气系统40。此外,等离子体处理装置1包括基片支承部11和气体导入部。气体导入部构成为能够将至少1种处理气体导入到等离子体处理腔室10内。气体导入部包括喷头13。基片支承部11配置于等离子体处理腔室10内。喷头13配置于基片支承部11的上方。在一个实施方式中,喷头13构成等离子体处理腔室10的顶部(ceiling)的至少一部分。等离子体处理腔室10具有由喷头13、等离子体处理腔室10的侧壁10a和基片支承部11规定的等离子体处理空间10s。等离子体处理腔室10接地。喷头13和基片支承部11与等离子体处理腔室10的壳体电绝缘。

[0066] 基片支承部11包括主体部111和环组件112。主体部111具有用于支承基片W的中央区域111a和用于支承环组件112的环状区域111b。晶圆是基片W之一例。主体部111的环状区域111b在俯视时包围主体部111的中央区域111a。基片W配置于主体部111的中央区域111a上,环组件112以包围主体部111的中央区域111a上的基片W的方式配置于主体部111的环状区域111b上。因此,中央区域111a也被称为用于支承基片W的基片支承面,环状区域111b也被称为用于支承环组件112的环支承面。

[0067] 在一个实施方式中,主体部111包括基座1110和静电吸盘1111。基座1110包括导电性部件。基座1110的导电性部件能够作为下部电极发挥功能。静电吸盘1111配置于基座

1110之上。静电吸盘1111包括陶瓷部件1111a和配置于陶瓷部件1111a内的静电电极1111b。陶瓷部件1111a具有中央区域111a。在一个实施方式中,陶瓷部件1111a还具有环状区域111b。另外,也可以由环状静电吸盘、环状绝缘部件这样的包围静电吸盘1111的其他部件具有环状区域111b。在该情况下,环组件112可以配置于环状静电吸盘或环状绝缘部件之上,也可以配置于静电吸盘1111和环状绝缘部件这两者之上。此外,在陶瓷部件1111a内可以配置有与后述的RF电源31和/或DC电源32耦合的至少1个RF/DC电极。在该情况下,至少1个RF/DC电极作为下部电极发挥功能。在后述的偏置RF信号和/或DC信号被供给到至少1个RF/DC电极的情况下,RF/DC电极也被称为偏置电极。另外,也可以由基座1110的导电性部件和至少1个RF/DC电极作为多个下部电极发挥功能。此外,也可以由静电电极1111b作为下部电极发挥功能。因此,基片支承部11包括至少1个下部电极。

[0068] 环组件112包括1个或多个环状部件。在一个实施方式中,1个或多个环状部件包括1个或多个边缘环和至少1个盖环。边缘环由导电性材料或绝缘材料形成,盖环由绝缘材料形成。

[0069] 此外,基片支承部11可以包括温度调节模块,其构成为能够将静电吸盘1111、环组件112和基片中的至少1者调节为目标温度。温度调节模块可以包括加热器、传热介质、流路1110a或它们的组合。在流路1110a中流动盐水、气体这样的传热流体。在一个实施方式中,流路1110a形成于基座1110内,1个或多个加热器配置于静电吸盘1111的陶瓷部件1111a内。此外,基片支承部11可以包括传热气体供给部,其构成为能够向基片W的背面与中央区域111a之间的间隙供给传热气体。

[0070] 喷头13构成为能够将来自气体供给部20的至少1种处理气体导入到等离子体处理空间10s内。喷头13具有至少1个气体供给口13a、至少1个气体扩散室13b和多个气体导入口13c。供给到气体供给口13a的处理气体通过气体扩散室13b从多个气体导入口13c被导入到等离子体处理空间10s内。此外,喷头13包括至少1个上部电极。另外,除了喷头13以外,气体导入部还可以包括在形成于侧壁10a的1个或多个开口部处安装的1个或多个侧方气体注入部(SGI:Side Gas Injector)。

[0071] 气体供给部20可以包括至少1个气体源21和至少1个流量控制器22。在一个实施方式中,气体供给部20构成为能够将至少1种处理气体从分别对应的气体源21经由分别对应的流量控制器22供给至喷头13。各流量控制器22例如可以包括质量流量控制器或压力控制式的流量控制器。而且,气体供给部20可以包括用于对至少1种处理气体的流量进行调制或使其脉冲化的至少1个流量调制设备。

[0072] 电源30包括经由至少1个阻抗匹配电路与等离子体处理腔室10耦合的RF电源31。RF电源31构成为能够将至少1个RF信号(RF功率)供给到至少1个下部电极和/或至少1个上部电极。由此,能够从供给到等离子体处理空间10s的至少1种处理气体形成等离子体。因此,RF电源31能够作为等离子体生成部12的至少一部分发挥功能,此外,通过向至少1个下部电极供给偏置RF信号,能够在基片W产生偏置电位,将形成的等离子体中的离子成分吸引至基片W。

[0073] 在一个实施方式中,RF电源31包括第一RF生成部31a和第二RF生成部31b。第一RF生成部31a构成为经由至少1个阻抗匹配电路与至少1个下部电极和/或至少1个上部电极耦合,生成等离子体生成用的生成源RF信号(生成源RF功率)。在一个实施方式中,生成源RF信

号具有10MHz~150MHz范围内的频率。在一个实施方式中,第一RF生成部31a可以构成为能够生成具有不同频率的多个生成源RF信号。所生成的1个或多个生成源RF信号被供给到至少1个下部电极和/或至少1个上部电极。

[0074] 第二RF生成部31b构成为经由至少1个阻抗匹配电路与至少1个下部电极耦合,生成偏置RF信号(偏置RF功率)。偏置RF信号的频率可以与生成源RF信号的频率相同,也可以与生成源RF信号的频率不同。在一个实施方式中,偏置RF信号具有比生成源RF信号的频率低的频率。在一个实施方式中,偏置RF信号具有100kHz~60MHz范围内的频率。在一个实施方式中,第二RF生成部31b可以构成为能够生成具有不同频率的多个偏置RF信号。所生成的1个或多个偏置RF信号被供给到至少1个下部电极。此外,在各种实施方式中,生成源RF信号和偏置RF信号中的至少1者可以被脉冲化。

[0075] 此外,电源30可以包括与等离子体处理腔室10耦合的DC电源32。DC电源32包括第一DC生成部32a和第二DC生成部32b。在一个实施方式中,第一DC生成部32a构成为与至少1个下部电极连接,生成第一DC信号。所生成的第一DC信号被施加到至少1个下部电极。在一个实施方式中,第二DC生成部32b构成为与至少1个上部电极连接,生成第二DC信号。所生成的第二DC信号被施加到至少1个上部电极。

[0076] 在各种实施方式中,第一和第二DC信号可以被脉冲化。在该情况下,电压脉冲的序列被施加到至少1个下部电极和/或至少1个上部电极。电压脉冲可以具有矩形、梯形、三角形或它们的组合的脉冲波形。在一个实施方式中,在第一DC生成部32a与至少1个下部电极之间连接有用于从DC信号生成电压脉冲的序列的波形生成部。因此,第一DC生成部32a和波形生成部构成电压脉冲生成部。在由第二DC生成部32b和波形生成部构成电压脉冲生成部的情况下,电压脉冲生成部与至少1个上部电极连接。电压脉冲可以具有正极性,也可以具有负极性。此外,电压脉冲的序列可以在1个周期内包含1个或多个正极性电压脉冲和1个或多个负极性电压脉冲。另外,第一和第二DC生成部32a、32b可以与RF电源31一并设置,也可以设置第一DC生成部32a代替第二RF生成部31b。

[0077] 排气系统40例如能够与设置于等离子体处理腔室10的底部的气体排出口10e连接。排气系统40可以包括压力调节阀和真空泵。能够利用压力调节阀调节等离子体处理空间10s内的压力。真空泵可以包括涡轮分子泵、干式泵或它们的组合。

[0078] <液处理系统的结构例>

[0079] 图4是用于说明液处理系统的结构例的图。在一个实施方式中,液处理系统包括液处理装置300和控制部400。液处理系统是基片处理系统之一例,液处理装置300是基片处理装置之一例。

[0080] 如图4所示,液处理装置300在处理腔室310内具有作为基片支承部的旋转吸盘311。旋转吸盘311将基片W水平地保持。旋转吸盘311与可升降的旋转部312连接,旋转部312与由电机等构成的旋转驱动部313连接。通过旋转驱动部313的驱动,保持于旋转吸盘311的基片W可旋转。

[0081] 在旋转吸盘311的外侧配置有杯形部321,能够防止处理液(抗蚀剂液、显影液、清洗液等)、处理液的喷雾飞散到杯形部321的周围。在杯形部321的底部322设置有排液管323和排气管324。排液管323与排液泵等排液装置325连通。排气管324经由阀326与排气泵等排气装置327连通。

[0082] 在液处理装置300的处理腔室310内的上方设置有送风装置314,该送风装置314将所要求的温湿度的空气以下行气流的方式朝向杯形部321内供给。

[0083] 在基片W上形成处理液的液膜(puddle)时,要使用处理液供给喷嘴331。该处理液供给喷嘴331例如设置于支承臂等喷嘴支承部332,喷嘴支承部332能够在驱动机构的作用下如图中虚线所示的往返箭头A那样升降,并且如虚线所示的往返箭头B那样水平移动。处理液(抗蚀剂液、显影液等)经由供给管333从处理液供给源334供给至处理液供给喷嘴331。

[0084] 在形成液膜时,在使用具有长度为基片W的直径以上的喷出口的所谓长条形喷嘴的情况下,通过在基片W上从一个端部扫描至另一个端部,能够在基片W上形成处理液的液膜。此外,在使用以形成宽度相对于基片W的直径充分小的液柱的方式喷出液体的所谓垂直喷射式喷嘴(straight-type nozzle)的情况下,使喷出口位于基片W的中心上方,一边使基片W旋转一边喷出处理液,由此能够使处理液扩散至基片W的整个面,在基片W上形成处理液的液膜。此外,处理液的液膜形成也可以这样进行,使垂直喷射式喷嘴与长条形喷嘴同样地在基片W上扫描,或者在基片W上排列多个如垂直喷射式那样喷出液体的喷出口,从各个喷出口供给处理液。

[0085] 气体喷嘴341具有喷嘴主体342。喷嘴主体342设置于支承臂等喷嘴支承部,该喷嘴支承部能够在驱动机构的作用下如图中虚线所示的往返箭头C那样升降,并且如虚线所示的往返箭头D那样水平移动。

[0086] 气体喷嘴341具有2个喷嘴喷出口343、344。喷嘴喷出口343、344从气体流路345分支而形成。气体流路345经由气体供给管346与气体供给源347连通。在气体供给源347中,作为非活性气体、非氧化性气体例如准备有氮气。当从气体流路345将例如氮气供给至气体喷嘴341时,从各喷嘴喷出口343、344喷出氮气。

[0087] 此外,在气体喷嘴341设置有用将液处理后的处理液从基片W上清洗掉的清洗液供给喷嘴351。清洗液供给喷嘴351经由清洗液供给管352与清洗液供给源353连通。作为清洗液例如使用纯水。清洗液供给喷嘴351位于上述的2个喷嘴喷出口343、344之间,但是其位置并不限定于此。清洗液供给喷嘴351也可以是独立于气体喷嘴341的结构。

[0088] 控制部400能够处理计算机可执行的命令,该命令用于使液处理装置300执行在本发明中说明的各个工序。控制部400能够构成为控制液处理装置300的各要素以执行在此说明的各种工序。在一个实施方式中,控制部400的一部分或全部可以包含在液处理装置300中。控制部400例如能够由计算机400a实现。计算机400a可以包括处理部400a1、存储部400a2和通信接口400a3。控制部400的各结构可以与上述的控制部200(参照图1)的各结构相同。

[0089] <基片处理方法之一例>

[0090] 图5是表示示例性实施方式的基片处理方法(以下也称为“本处理方法”)的流程图。本处理方法包括:提供具有基底膜的基片的工序ST1;和在基底膜上形成含金属抗蚀剂膜的工序ST2。在一个实施方式中,工序ST2中含金属抗蚀剂膜的形成处理(以下也称为“成膜处理”),是通过利用了处理气体的干法工艺(以下也称为“干法成膜”)进行的。在一个实施方式中,工序ST2中的成膜处理,是通过利用了溶液的湿法工艺(以下也称为“湿法成膜”)进行的。在一个实施方式中,工序ST2中的成膜处理通过湿法成膜来进行,工序ST3的成膜处理通过干法成膜来进行。在一个实施方式中,工序ST2中的成膜处理使用湿法成膜和干法成

膜这两者来进行。

[0091] 本处理方法可以使用上述的基片处理系统(参照图1~图4)的任1个来执行,此外,也可以使用这些基片处理系统的2个以上来执行。例如,本处理方法可以由热处理系统(参照图1)执行。在以下的说明中,以控制部200控制热处理装置100的各部分来对基片W执行本处理方法的情况为例进行说明。

[0092] (工序ST1:提供基片)

[0093] 首先,在工序ST1中,将基片W提供至热处理装置100的处理腔室102内。基片W经由升降销123被提供至基片支承部121上。在基片W配置于基片支承部121后,基片支承部121的温度被调节至设定温度。设定温度例如可以是300°C以下的温度,可以是100°C以上300°C以下的温度。基片支承部121的温度调节可以通过控制侧壁加热器104、载置台加热器120、天花板加热器130和配管加热器160(以下也一并称为“各加热器”)中的1个以上加热器的输出来进行。在本处理方法中,基片支承部121的温度可以在工序ST1前被调节为设定温度。即,可以在基片支承部121的温度被调节为设定温度后,向基片支承部121上提供基片W。

[0094] 基片W可以用于制造半导体器件。半导体器件例如包括DRAM、3D-NAND闪存等存储器件和逻辑器件。基片W具有基底膜UF。基底膜UF可以是形成在硅晶圆上的有机膜、电介质膜、金属膜或半导体膜或它们的层叠膜。在一个实施方式中,基底膜UF例如包括选自含硅膜、含碳膜和含金属膜中的至少1种。

[0095] 图6和图7分别是表示基片W的基底膜UF之一例的图。如图6所示,基底膜UF可以由第一膜UF1、第二膜UF2和第三膜UF3构成。如图7所示,基底膜UF也可以由第二膜UF2和第三膜UF3构成。在一个实施方式中,基底膜UF的表面可以被实施用于提高与含金属膜的密合性的防水处理。

[0096] 第一膜UF1例如是旋涂玻璃(SOG)膜、SiC膜、SiON膜、含Si防反射膜(SiARC)或有机膜。第二膜UF2例如是旋涂碳(SOC)膜、非晶碳膜或含硅膜。第三膜UF3例如是含硅膜。含硅膜例如是硅氧化膜、硅氮化膜、硅氧氮化膜、硅碳氮化膜、多晶硅膜或含碳硅膜。第三膜UF3可以由层叠的多个种类的含硅膜构成。例如,第三膜UF3可以由交替层叠的硅氧化膜和硅氮化膜构成。此外,第三膜UF3可以由层叠的硅氧化膜和多晶硅膜构成。此外,第三膜UF3也可以是包括硅氮化膜、硅氧化膜和多晶硅膜的层叠膜。此外,第三膜UF3也可以由层叠的硅氧化膜和硅碳氮化膜构成。此外,第三膜UF3也可以是包括硅氧化膜、硅氮化膜、硅碳氮化膜的层叠膜。

[0097] 基底膜UF的一部分或全部可以在热处理装置100的处理腔室102内形成,此外,也可以使用其他系统,例如等离子体处理系统(参照图2和图3)、液处理系统(参照图4)来形成。

[0098] (工序ST2:形成含金属抗蚀剂膜)

[0099] 接着,在工序ST2中,在基片W的基底膜UF上形成含金属抗蚀剂膜RM。在一个实施方式中,工序ST2包括形成第一抗蚀剂膜RM1的工序ST21和形成第二抗蚀剂膜RM2的工序ST22。

[0100] (工序ST21:形成第一抗蚀剂膜)

[0101] 在工序ST21中形成第一抗蚀剂膜RM1。图8是表示在工序ST21中形成了第一抗蚀剂膜RM1的基片W的截面结构之一例的图。如图8所示,第一抗蚀剂膜RM1形成于基底膜UF的表面。第一抗蚀剂膜RM1是含金属的膜。在一个实施方式中,第一抗蚀剂膜RM1包含选自Sn、Hf

和Ti中的至少1种金属。在一例中,第一抗蚀剂膜RM1可以含有Sn。

[0102] 工序ST21中的第一抗蚀剂膜RM1的形成可以使用原子沉积法(Atomic Layer Deposition,以下称为“ALD法”)、化学气相沉积法(Chemical Vapor Deposition,以下称为“CVD法”)等各种方法来执行。以下,对形成第一抗蚀剂膜RM1的各种方法的一例进行说明。

[0103] [ALD法]

[0104] 在一个实施方式中,通过ALD法,使规定材料自控地吸附于基片W的基底膜UF并发生反应来形成第一抗蚀剂膜RM1。

[0105] 图9是表示使用了ALD法的工序ST21之一例的流程图。如图9所示,使用了ALD法的工序ST21包括形成含金属前体膜的工序ST211、第一吹扫工序ST212、从含金属前体膜形成含金属膜的工序ST213、第二吹扫工序ST214和判断工序ST215。其中,第一吹扫工序ST212、第二吹扫工序ST214可以执行也可以不执行。此外,图10是示意地表示在使用了ALD法的工序ST21中,在基片W的表面产生的现象之一例的图。

[0106] 在工序ST211中,如图10所示,对基底膜UF的表面供给包含含金属前体的第一气体G1,形成含金属前体膜PF。在一个实施方式中,含金属前体是含金属有机前体。在一个实施方式中,含金属前体包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。例如,含金属前体包含选自锡烷化合物、含氧锡化合物、含氮锡化合物和卤化锡化合物中的至少1种化合物。锡烷化合物的例子能够包括锡烷、四甲基锡烷、三丁基锡烷、苯基三甲基锡烷、四乙烯基锡烷、二甲基二氯锡烷、丁基三氯锡烷、三氯苯基锡烷等。含氧锡化合物的例子能够包括三丁基锡甲氧基化物、叔丁氧基锡、二丁基锡二乙酸酯、三苯基锡乙酸酯、三丁基锡氧化物、三苯基锡乙酸酯、三苯基锡氢氧化物、丁基氯锡二氢氧化物(Butylchlorotin dihydroxide)、乙酰丙酮锡等。含氮锡化合物的例子能够包括二甲基氨基三甲基锡、三(二甲基氨基)叔丁基锡、叠氮三甲锡、四(二甲基氨基)锡、N,N'-二叔丁基-2,3-二酰胺丁烷锡(II)等。卤化锡化合物的例子能够包括氯化锡、溴化锡、碘化锡、二甲基锡二氯化物、丁基锡三氯化物、苯基锡三氯化物等。

[0107] 在一个实施方式的工序ST211中,第一气体G1经由气体喷嘴141被供给至处理腔室102内。然后,在腔室102内,第一气体G1的含金属前体被吸附于基底膜UF的表面,形成含金属前体膜PF。含金属前体膜PF例如能够包含Sn、Hf、Ti等。含金属前体膜PF能够是金属络合物。该金属络合物例如可以包含氨基锡。

[0108] 在工序ST212中,腔室102内的气体由排气机构132从排气口131排出。此时,可以对基片W供给非活性气体等。由此,过剩的含金属前体等气体被吹扫。非活性气体在一例中是He、Ar、Ne、Kr、Xe等稀有气体、氮气。

[0109] 在工序ST213中,如图10所示,对基片W的表面供给包含氧化性气体的第二气体G2,第二气体G2与含金属前体膜PF发生反应,从含金属前体膜PF形成含金属膜。第二气体G2中所含的氧化性气体是能够与吸附于基底膜UF的表面的含金属前体发生反应的气体。氧化性气体可以是选自H<sub>2</sub>O气体、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>气体、O<sub>3</sub>气体和O<sub>2</sub>气体中的至少1者。在一个实施方式的工序ST213中,第二气体G2经由气体喷嘴141被供给至处理腔室102内。然后,在腔室102内,第二气体G2与含金属前体膜PF反应而形成含金属膜。

[0110] 在工序ST214中,腔室102内的气体由排气机构132从排气口131排出。此时,可以对基片W供给非活性气体等。由此,过剩的第二气体G2等气体被吹扫。

[0111] 在工序ST215中,判断用于结束工序ST21的规定的条件是否已满足。规定的条件可以是,以工序ST211至工序ST214为1个循环的处理已进行了事先设定的次数。该次数可以是1次、小于5次、5次以上、10次以上。在工序ST215中判断为不满足规定的条件的情况下,返回工序ST211,在判断为满足规定的条件的情况下,工序ST21结束。例如,规定的条件也可以是工序ST214后的关于含金属膜的尺寸的条件。即,在工序ST214后判断含金属膜的尺寸(抗蚀剂膜的厚度)是否达到了规定的值或范围,可以反复进行工序ST211至工序ST214的循环,直至达到该规定的值或范围。第一抗蚀剂膜RM1的尺寸可以由光学测量装置测量。通过以上方式,能够在基底膜UF上形成第一抗蚀剂膜RM1。

[0112] [CVD法]

[0113] 在一个实施方式中,通过CVD法,利用包含含金属气体和氧化性气体的混合气体GM形成第一抗蚀剂膜RM1。含金属气体可以包含已在ALD法中说明的含金属前体。氧化性气体可以是选自 $H_2O$ 气体、 $H_2O_2$ 气体、 $O_3$ 气体和 $O_2$ 气体中的至少1者。在一个实施方式中,混合气体GM经由气体喷嘴141被供给至处理腔室102内。混合气体GM在基片W上进行化学反应,由此在基底膜UF上形成第一抗蚀剂膜RM1。

[0114] 在工序ST21中,基片支承部121的温度可以被控制为第一温度。基片支承部121的温度的调节可以通过控制各加热器的1个以上的输出来进行。第一温度例如可以为 $0^{\circ}C$ 以上 $250^{\circ}C$ 以下,也可以为 $0^{\circ}C$ 以上 $150^{\circ}C$ 以下,在一例中是 $150^{\circ}C$ 。

[0115] 在一个实施方式中,工序ST21可以包括对第一抗蚀剂膜RM1进行加热并烘烤的工序。烘烤可以在大气气氛下执行,也可以在非活性气氛下执行。烘烤可以通过将基片W加热至 $50^{\circ}C$ 以上 $250^{\circ}C$ 以下、 $50^{\circ}C$ 以上 $200^{\circ}C$ 以下或 $80^{\circ}C$ 以上 $150^{\circ}C$ 以下来执行。在一个实施方式中,热处理装置100的各加热器能够作为进行烘烤的加热部发挥功能。在一个实施方式中,烘烤也可以使用热处理装置100以外的其他热处理系统来执行。

[0116] (工序ST22:形成第二抗蚀剂膜)

[0117] 在工序ST22中,形成第二抗蚀剂膜RM2。图11是表示在工序ST22中形成了第二抗蚀剂膜RM2的基片W的截面结构之一例的图。如图11所示,第二抗蚀剂膜RM2形成于第一抗蚀剂膜RM1上。第二抗蚀剂膜RM2是含金属的膜。在一个实施方式中,第二抗蚀剂膜RM2包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。在一例中,第二抗蚀剂膜RM2可以含有Sn。

[0118] 在一个实施方式中,第二抗蚀剂膜RM2中所含的金属的种类与第一抗蚀剂膜RM1相同。在一例中,第一抗蚀剂膜RM1和第二抗蚀剂膜RM2可以均含有Sn。在一个实施方式中,第二抗蚀剂膜RM2中所含的金属的种类也可以与第一抗蚀剂膜RM1不同。在一例中,可以是,第一抗蚀剂膜RM1包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属,第二抗蚀剂膜RM2包含与该金属不同的选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。

[0119] 第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比即金属元素在整个第二抗蚀剂膜RM2中所占的比例(原子百分比:at%)与第一抗蚀剂膜RM1中的金属的组成比不同。即,含金属抗蚀剂膜RM中的金属的组成比随着从基底膜UF去往厚度方向上方而变化。在一个实施方式中,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比低于第一抗蚀剂膜RM1的组成比。即,可以是,含金属抗蚀剂膜RM中的金属的组成比随着从基底膜UF去往厚度方向上方而变低。在一个实施方式中,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的膜密度比第一抗蚀剂膜RM1中的金属的膜密度低。即,可以是,含金属抗蚀剂膜RM中的金属的膜密度随着从基底膜UF去往厚度方向上方而变低。

[0120] 工序ST22中的第二抗蚀剂膜RM2的形成,可以使用ALD法、CVD法等各种方法来执行。在一个实施方式中,工序ST22中的第二抗蚀剂膜RM2的形成能够使用与工序ST21中的第一抗蚀剂膜RM1的形成同种的方法来执行。例如,在工序ST21和工序ST22中可以使用ALD法。例如,在工序ST21和工序ST22中也可以使用CVD法。

[0121] 在使用ALD法的情况下,在工序ST22中,与工序ST21中使用图9说明的同样地向基片W供给包含金属前体的第一气体G1和包含氧化性气体的第二气体G2。

[0122] 在一个实施方式中,工序ST22中的第一气体G1相对于第二气体G2的流量比不同于工序ST21中的该流量比。在一个实施方式中,工序ST22中的第一气体G1相对于第二气体G2的流量比,低于工序ST21中的该流量比。在该情况下,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比能够比第一抗蚀剂膜RM1的组成比低。

[0123] 在一个实施方式中,工序ST22中的第一气体G1和第二气体G2的总流量不同于工序ST21中的该总流量。在一个实施方式中,工序ST22中的第一气体G1和第二气体G2的总流量小于工序ST21中的该总流量。在该情况下,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比能够比第一抗蚀剂膜RM1的组成比低。

[0124] 在使用CVD法的情况下,在工序ST22中,与工序ST21中说明的同样地向基片W供给包含金属气体和氧化性气体的混合气体GM。

[0125] 在一个实施方式中,工序ST22中的含金属气体的流量相对于混合气体GM的总流量的流量比,不同于工序ST21中的该流量比。在一个实施方式中,工序ST22中的含金属气体的流量相对于混合气体GM的总流量的流量比,小于工序ST21中的该流量比。在该情况下,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比能够比第一抗蚀剂膜RM1的组成比低。

[0126] 在一个实施方式中,工序ST22中的混合气体GM的总流量不同于工序ST21中的混合气体GM的总流量。在一个实施方式中,工序ST22中的混合气体GM的总流量小于工序ST21中的混合气体GM的总流量。在该情况下,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比能够比第一抗蚀剂膜RM1的组成比低。

[0127] 在工序ST22中,基片支承部121的温度可以与工序ST21相同地被控制为第一温度,或者也可以被控制为与第一温度不同的第二温度。基片支承部121的温度的调节可以通过控制各加热器的1个以上的输出来进行。在一个实施方式中,第二温度比第一温度低。在该情况下,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比能够比第一抗蚀剂膜RM1的组成比低。第二温度例如可以为0°C以上250°C以下,可以为0°C以上150°C以下,在一例中为150°C。

[0128] 在一个实施方式中,工序ST22可以包括对第二抗蚀剂膜RM2进行加热并烘烤的工序。烘烤可以在大气气氛下执行,也可以在非活性气氛下执行。烘烤通过将基片W加热至50°C以上250°C以下、50°C以上200°C以下或80°C以上150°C以下来执行。在一个实施方式中,热处理装置100的各加热器能够作为进行烘烤的加热部发挥功能。在一个实施方式中,烘烤也可以使用热处理装置100以外的其他热处理系统来执行。

[0129] 在本处理方法中,在工序ST21中在基底膜UF上形成含有金属的第一抗蚀剂膜RM1,在此基础上,在工序ST22中在第一抗蚀剂膜RM1上形成与第一抗蚀剂膜RM1不同的组成比含有金属的第二抗蚀剂膜RM2。即,含金属抗蚀剂膜RM中的金属的组成比从基底膜UF起沿着厚度方向而变化。通过金属的组成比的变化,含金属抗蚀剂膜RM的感光度能够沿着厚度方向发生变化。由此,根据本处理方法能够调节抗蚀剂膜的曝光灵敏度。

[0130] 含金属抗蚀剂膜RM可以在后续的工序中进行EUV曝光。在EUV曝光中,由于光子分布的概率波动、焦点深度较浅,导致在含金属抗蚀剂膜RM的厚度方向下方(靠近基底膜UF的一侧)可能发生曝光量减小。关于这点,例如,可以使第一抗蚀剂膜RM1中的金属的组成比高于第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比,来使第一抗蚀剂膜RM1的感光度高于第二抗蚀剂膜RM2的感光灵敏度。由此,能够补偿EUV曝光时含金属抗蚀剂膜RM的厚度方向下方的曝光量减小,抑制含金属抗蚀剂膜RM的厚度方向上的曝光反应(固化)的波动(结果是,显影耐受性的波动)。

[0131] 在一个实施方式中,含金属抗蚀剂膜RM可以由含有金属的3层以上的膜构成。例如,本处理方法可以还包括在工序ST22结束后,在第二抗蚀剂膜RM2上形成含有金属的第三抗蚀剂膜RM3的工序。在该情况下,第三抗蚀剂膜RM3的金属的组成比可以不同于第一抗蚀剂膜RM1和第二抗蚀剂膜RM2。在一个实施方式中,第三抗蚀剂膜RM3的金属的组成比低于第二抗蚀剂膜RM2,第二抗蚀剂膜RM2的金属的组成比低于第一抗蚀剂膜RM1。即,可以是,含金属抗蚀剂膜RM中的金属的组成比随着从基底膜UF去往厚度方向上方而呈台阶状地(在该情况下为3个台阶)变低。在含金属抗蚀剂膜RM由4层以上的膜构成的情况下也是同样的。

[0132] 在一个实施方式中,在工序ST21中可以改变处理气体(第一气体G1、第二气体G2、混合气体GM)的构成(种类、流量和流量比)以及基片支承部11的温度等成膜条件。由此,能够在第一抗蚀剂膜RM1的厚度方向上使金属的组成比连续地变化。在一个实施方式中,在工序ST22中也可以改变处理气体(第一气体G1、第二气体G2、混合气体GM)的构成(种类、流量和流量比)以及基片支承部11的温度等成膜条件。由此,能够在第二抗蚀剂膜RM2的厚度方向上使金属的组成比连续地变化。

[0133] 在一个实施方式中,本处理方法可以通过使用等离子体处理系统(参照图2和图3)的干法工艺来执行。例如,可以通过向等离子体处理装置1的处理腔室10内的基片支承部11上提供基片W(工序ST1),并从气体供给部20向处理腔室10内供给处理气体,来形成含金属抗蚀剂膜RM(工序ST2)。

[0134] 在使用等离子体处理系统的情况下,在工序ST21和工序ST22中可以使用上述的ALD法或CVD法。工序ST21和工序ST22中的处理气体(第一气体G1、第二气体G2、混合气体GM等)的构成(种类、流量和流量比)以及基片支承部11的温度等,可以与使用热处理系统的情况同样地变化。基片支承部11的温度可以通过控制温度调节模块、静电吸盘1111与基片W的背面之间的传热气体(例如He)的压力来调节。在工序ST21和工序ST22中,可以从处理气体生成等离子体,也可以不生成等离子体。与使用热处理系统(参照图1)的情况同样地,工序ST21和/或工序ST22可以包括对基片W加热来进行烘烤处理的工序。烘烤处理例如可以使用热处理系统来执行。

[0135] 在一个实施方式中,本处理方法也可以通过使用液处理系统(参照图4)的湿法工艺来执行。即,可以通过向液处理装置300的处理腔室310内的旋转吸盘311提供基片W(工序ST1),并从处理液供给喷嘴331将成膜用的溶液(抗蚀剂液)涂布于基片W上,来形成含金属抗蚀剂膜RM(工序ST2)。

[0136] 在使用液处理系统的情况下,在工序ST21和工序ST22中,成膜用的溶液(抗蚀剂液)可以包含含金属前体。在一个实施方式中,含金属前体是含金属有机前体。在一个实施方式中,含金属前体包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。例如,含金属前体包含选自锡烷

化合物、含氧锡化合物、含氮锡化合物和卤化锡化合物中的至少1种化合物。锡烷化合物的例子能够包括锡烷、四甲基锡烷、三丁基锡烷、苯基三甲基锡烷、四乙基锡烷、二甲基二氯锡烷、丁基三氯锡烷、三氯苯基锡烷等。含氧锡化合物的例子能够包括三丁基锡甲氧基化合物、叔丁氧基锡、二丁基锡二乙酸酯、三苯基锡乙酸酯、三丁基锡氧化物、三苯基锡乙酸酯、三苯基锡氢氧化物、丁基氯锡二氢氧化物 (Butylchlorotin dihydroxide)、乙酰丙酮锡等。含氮锡化合物的例子能够包括二甲基氨基三甲基锡、三(二甲基氨基)叔丁基锡、叠氮三甲基锡、四(二甲基氨基)锡、N,N'-二叔丁基-2,3-二酰胺丁烷锡(II)等。卤化锡化合物的例子能够包括氯化锡、溴化锡、碘化锡、二甲基锡二氯化物、丁基锡三氯化物、苯基锡三氯化物等。

[0137] 在使用液处理系统的情况下,在一个实施方式中,工序ST22中的成膜用的溶液(抗蚀剂液)中所含的含金属前体的金属组成比,不同于工序ST21中的该组成比。在一个实施方式中,工序ST22中的成膜用的溶液(抗蚀剂液)中所含的含金属前体的金属组成比,低于工序ST21中的该组成比。在该情况下,第二抗蚀剂膜RM2中的金属的组成比能够比第一抗蚀剂膜RM1的组成比低。

[0138] 在使用液处理系统的情况下,工序ST21和/或工序ST22可以包括在基片W上涂布溶液后对基片W加热来进行烘烤的工序。在一个实施方式中,烘烤例如可以使用热处理系统(参照图1)来执行。烘烤可以在大气气氛下执行,也可以在非活性气氛下执行。烘烤可以通过将基片W加热至50℃以上250℃以下、50℃以上200℃以下或80℃以上150℃以下来执行。

[0139] 在一个实施方式中,本处理方法中的含金属抗蚀剂膜RM的成膜(工序ST2)可以通过使用热处理系统(参照图1)、等离子体处理系统(参照图2和图3)的干法工艺和使用液处理系统(参照图4)的湿法工艺这两者来进行。例如,可以在工序ST21中通过湿法成膜形成第一抗蚀剂膜RM1,在工序ST22中通过干法成膜形成第二抗蚀剂膜RM2。此外,例如也可以在工序ST21中通过干法成膜形成第一抗蚀剂膜RM1,在工序ST22中通过湿法成膜形成第二抗蚀剂膜RM2。

[0140] 在一个实施方式中,本处理方法可以在工序ST2后包括以下的工序ST3~工序ST5。

[0141] (工序ST3:EUV曝光)

[0142] 在工序ST2后,基片W被输送至曝光装置,隔着曝光掩模(光罩)向含金属抗蚀剂膜RM照射EUV。由此,能够形成包括基底膜UF和具有被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域的含金属抗蚀剂膜RM的基片W。第一区域是与设置于曝光掩模(光罩)的开口对应的区域。第二区域是与设置于曝光掩模(光罩)的图案对应的区域。EUV例如具有10~20nm范围的波长。EUV可以具有11~14nm范围的波长,在一例中具有13.5nm的波长。曝光后的基片在气氛管理下从曝光装置被输送至热处理装置,接受加热处理即曝光后烘烤(Post Exposure Bake: PEB)。对PEB后的基片W也可以实施追加的加热处理。

[0143] (工序ST4:显影)

[0144] 接着,在工序ST4中,对基片W的含金属抗蚀剂膜RM进行显影,有选择地除去第二区域。如上所述,本处理方法的含金属抗蚀剂RM通过使金属的组成从基底膜UF起沿着厚度方向变化,能够调节含金属抗蚀剂膜RM的曝光灵敏度。因此,在工序ST4中对含金属抗蚀剂RM进行显影时,能够抑制显影的波动(偏差)。此外,含金属抗蚀剂膜RM的显影可以通过干法显影来进行,也可以通过湿法显影来进行,也可以组合干法显影和湿法显影来进行。

[0145] 在对含金属抗蚀剂膜RM进行干法显影的情况下,经由气体喷嘴141向处理腔室102内供给至少一种显影气体。在一个实施方式中,显影气体可以包含选自溴化氢(HBr)、氟化氢(HF)、氯化氢(HCl)、三氯化硼( $\text{BCl}_3$ )、有机酸(例如羧酸、醇)、 $\beta$ -二羰基化合物中的至少一者。显影气体中的羧酸,例如可以包含选自甲酸( $\text{HCOOH}$ )、乙酸( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )、三氯乙酸( $\text{CCl}_3\text{COOH}$ )、一氟乙酸( $\text{CFH}_2\text{COOH}$ )、二氟乙酸( $\text{CF}_2\text{FCOOH}$ )、三氟乙酸( $\text{CF}_3\text{COOH}$ )、氯-二氟乙酸( $\text{CClF}_2\text{COOH}$ )、含硫乙酸、硫代乙酸( $\text{CH}_3\text{COSH}$ )、巯基乙酸( $\text{HSCH}_2\text{COOH}$ )、三氟乙酸酐( $(\text{CF}_3\text{CO})_2\text{O}$ )和乙酸酐( $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ )中的至少一者。显影气体中的醇例如可以包含全氟-叔丁醇( $(\text{CF}_3)_3\text{COH}$ )。显影气体中的 $\beta$ -二羰基化合物例如可以是乙酰丙酮( $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ )、三氯乙酰丙酮( $\text{CCl}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ )、六氯乙酰丙酮( $\text{CCl}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{CCl}_3$ )、三氟乙酰丙酮( $\text{CF}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ )、六氟乙酰丙酮( $\text{HFAc}$ 、 $\text{CF}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}_3$ )。在工序STa中,可以通过显影气体与区域RD之间的热反应进行显影,或者也可以通过从显影气体生成的等离子体中的化学种与区域RD之间的化学反应进行显影。

[0146] 此外,含金属抗蚀剂膜RM包括组成不同的多个抗蚀剂膜RM(例如第一抗蚀剂膜RM1和第二抗蚀剂膜RM2)。因此,在工序ST4中,可能在第一抗蚀剂膜RM1与第二抗蚀剂膜RM2的边界区域沿水平方向被削去而产生凹陷等。因此,在工序ST4中可以一边保护含金属抗蚀剂RM的侧壁,一边对含金属抗蚀剂进行显影。例如,在对含金属抗蚀剂膜RM1进行干法显影的情况下,可以在上述的显影气体中添加具有侧壁保护效果的气体(以下也称为“保护气体”)。通过添加保护气体,能够在含金属抗蚀剂膜RM的侧壁形成钝化层,能够抑制含金属抗蚀剂膜RM被沿水平方向削去。

[0147] 作为保护气体,能够使用含氧气体。在一例中,保护气体可以是选自 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{COS}$ 、 $\text{SO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 中的至少1种。在作为保护气体添加含氧气体的情况下,能够在含金属抗蚀剂膜RM的侧壁形成含Sn-O键的层,由此能够抑制含金属抗蚀剂膜RM被沿水平方向削去。

[0148] 此外,作为保护气体,能够使用含碳和/或硅的气体。作为含碳的气体,例如能够使用选自烃、氟烃和氢氟烃中的至少1种。作为含硅的气体,例如能够使用 $\text{SiCl}_4$ 。此外,作为保护气体,也可以使用氨基锡等。采用这些保护气体,能够在含金属抗蚀剂膜RM的侧壁形成保护层,由此能够抑制含金属抗蚀剂膜RM被沿水平方向削去。

[0149] 在一个实施方式中,工序ST4可以包括对显影后的含金属抗蚀剂膜RM加热来进行烘烤的工序。烘烤可以在大气气氛下执行,也可以在非活性气氛下执行。烘烤可以通过将基片W加热至 $150^\circ\text{C}$ 以上 $250^\circ\text{C}$ 以下来执行。在一个实施方式中,热处理装置100的各加热器能够作为进行烘烤的加热部发挥功能。在一个实施方式中,烘烤也可以使用热处理装置100以外的其他热处理系统来执行。

[0150] (工序ST5:蚀刻)

[0151] 在工序ST4后,可以对基底膜UF进行蚀刻处理。蚀刻处理例如可以通过在等离子体处理装置1的处理腔室10内从处理气体生成等离子体来进行。在蚀刻处理中,含金属抗蚀剂膜RM作为掩模发挥作用,基于开口OP的形状在基底膜UF形成凹部。此外,在工序ST4中使用等离子体处理装置1进行显影的情况下,蚀刻处理可以在与工序ST12相同的处理腔室10内连续地执行,或者也可以在其他等离子体处理装置的处理腔室内执行。

[0152] <基片处理系统的结构例>

[0153] 图12是用于说明示例性实施方式的基片处理系统SS的结构例的框图。基片处理系

统SS包括第一载具站CS1、第一处理站PS1、第一接口站IS1、曝光装置EX、第二接口站IS2、第二处理站PS2、第二载具站CS2和控制部CT。

[0154] 第一载具站CS1在第一载具站CS1与基片处理系统SS外部的系统之间进行第一载具C1的送入、送出。第一载具站CS1具有包括多个第一载置板ST1的载置台。在各第一载置板ST1上,能够载置容纳了多个基片W的状态或空状态的第一载具C1。第一载具C1具有能够在内部容纳多个基片W的壳体。第一载具C1在一例中是FOUP(Front Opening Unified Pod,前开式晶圆盒)。

[0155] 此外,第一载具站CS1在第一载具C1与第一处理站PS1之间进行基片W的输送。第一载具站CS1还包括第一输送装置HD1。第一输送装置HD1在第一载具站CS1中以位于载置台与第一处理站PS1之间的方式设置。第一输送装置HD1在各个第一载置板ST1上的第一载具C1与第一处理站PS1的第二输送装置HD2之间进行基片W的输送和交接。基片处理系统SS可以还包括装载互锁模块。装载互锁模块能够设置在第一载具站CS1与第一处理站PS1之间。装载互锁模块能够将其内部的压力切换为大气压或真空。“大气压”可以是第一输送装置HD1的内部压力。“真空”可以是比大气压低的压力,例如是0.1Pa~100Pa的中真空。第二输送装置HD2的内部可以是大气压或真空。装载互锁模块例如可以从大气压下的第一输送装置HD1向真空下的第二输送装置HD2输送基片W,并从真空下的第二输送装置HD2向大气压下的第一输送装置HD1输送基片W。

[0156] 第一处理站PS1对基片W进行各种处理。在一个实施方式中,第一处理站PS1包括预处理模块PM1、抗蚀剂膜形成模块PM2和第一热处理模块PM3(以下也一并称为“第一基片处理模块PMa”)。此外,第一处理站PS1具有输送基片W的第二输送装置HD2。第二输送装置HD2能够在指定的2个第一基片处理模块PMa之间、以及在第一处理站PS1与第一载具站CS1或第一接口站IS1之间进行基片W的输送和交接。

[0157] 在预处理模块PM1中,对基片W实施预处理。在一个实施方式中,预处理模块PM1包括调节基片W的温度的温度调节单元、高精度地调节基片W的温度的高精度温度调节单元和在基片W上形成基底膜的一部分或全部的基底膜形成单元。在一个实施方式中,预处理模块PM1包括对基片W进行表面改性的表面改性处理单元。预处理模块PM1的各处理单元可以包括热处理装置100(参照图1)、等离子体处理装置1(参照图2和图3)和/或液处理装置300(参照图4)而构成。

[0158] 在抗蚀剂膜形成模块PM2中,在基片W上形成抗蚀剂膜。在一个实施方式中,抗蚀剂膜形成模块PM2包括干法涂布单元。干法涂布单元使用气相沉积法等干法工艺在基片W上形成抗蚀剂膜。干法涂布单元在一例中包括在配置于腔室内的基片W上化学蒸镀抗蚀剂膜的CVD装置或ALD装置或物理蒸镀抗蚀剂膜的PVD装置。干法涂布单元也可以是热处理装置100(参照图1)或等离子体处理装置1(参照图2和图3)。

[0159] 在一个实施方式中,抗蚀剂膜形成模块PM2包括湿法涂布单元。湿法涂布单元使用液相沉积法等湿法工艺在基片W上形成抗蚀剂膜。湿法涂布单元在一例中可以是液处理装置300(参照图4)。

[0160] 在一个实施方式中,抗蚀剂膜形成模块PM2的例子包括湿法涂布单元和干法涂布单元这两者。

[0161] 在第一热处理模块PM3中,对基片W进行热处理。在一个实施方式中,第一热处理模

块PM3包括对形成有抗蚀剂膜的基片W进行加热处理的预烘烤(Post Apply Bake:PAB)单元、调节基片W的温度的温度调节单元和高精度地调节基片W的温度的高精度温度调节单元中的任1个以上。这些各个单元可以分别具有1个或多个热处理装置。在一个例子中,多个热处理装置可以被层叠。热处理装置例如可以是热处理装置100(参照图1)。各个热处理也可以在规定温度下使用规定气体来进行。

[0162] 第一接口站IS1具有第三输送装置HD3。第三输送装置HD3在第一处理站PS1与曝光装置EX之间进行基片W的输送和交接。第三输送装置HD3可以构成为具有容纳基片W的壳体,能够控制该壳体内部的温度、湿度、压力等。

[0163] 曝光装置EX使用曝光掩模(Reticle,光罩)对基片W上的抗蚀剂膜进行曝光。曝光装置EX例如可以是具有产生EUV光的光源的EUV曝光装置。

[0164] 第二接口站IS2具有第四输送装置HD4。第四输送装置HD4在曝光装置EX与第二处理站PS2之间进行基片W的输送、交接。第四输送装置HD4可以构成为具有容纳基片W的壳体,能够控制该壳体内部的温度、湿度、压力等。

[0165] 第二处理站PS2对基片W进行各种处理。在一个实施方式中,第二处理站PS2包括第二热处理模块PM4、测量模块PM5、显影模块PM6和第三热处理模块PM7(以下也一并称为“第二基片处理模块Pmb”)。此外,第二处理站PS2具有输送基片W的第五输送装置HD5。第五输送装置HD5在指定的2个第二基片处理模块Pmb之间、以及在第二处理站PS2与第二载具站CS2或第二接口站IS2之间进行基片W的输送和交接。

[0166] 在第二热处理模块PM4中,对基片W进行热处理。在一个实施方式中,热处理模块PM4包括对曝光后的基片W进行加热处理的曝光后烘烤(Post Exposure Bake:PEB)单元、调节基片W的温度的温度调节单元和高精度地调节基片W的温度的高精度温度调节单元中的任1个以上。这些各个单元可以分别具有1个或多个热处理装置。在一例子中,多个热处理装置可以被层叠。热处理装置例如可以是热处理装置100(参照图1)。各个热处理可以在规定温度下使用规定气体来进行。

[0167] 在测量模块PM5中,对基片W进行各种测量。在一个实施方式中,测量模块PM5包括载置基片W的载置台和包含拍摄装置、照明装置和各种传感器(温度传感器、反射率测量传感器等)的拍摄单元。拍摄装置例如可以是对基片W的外观进行拍摄的CCD相机。或者,拍摄装置可以是按波长将光分光并拍摄的高光谱相机。高光谱相机能够测量抗蚀剂膜的图案形状、尺寸、膜厚、组成和膜密度中的任1者以上。

[0168] 在显影模块PM6中,对基片W进行显影处理。在一个实施方式中,显影模块PM6包括对基片W进行干法显影的干法显影单元。干法显影单元例如可以是热处理装置100(参照图1)或等离子体处理装置1(参照图2和图3)。在一个实施方式中,显影模块PM6包括对基片W进行湿法显影的湿法显影单元。湿法显影单元例如可以是液处理装置300(图4)。在一个实施方式中,显影模块PM6包括干法显影单元和湿法显影单元这两者。

[0169] 在第三热处理模块PM7中,对基片W实施热处理。在一个实施方式中,第三热处理模块PM7包括对显影后的基片W进行加热处理的后烘烤(Post Bake:PB)单元、调节基片W的温度的温度调节单元和高精度地调节基片W的温度的高精度温度调节单元中的任1个以上。这些各个单元可以分别具有1个或多个热处理装置。在一个例子中,多个热处理装置可以被层叠。热处理装置例如可以是热处理装置100(参照图1)。各个热处理可以在规定温度下使用

规定气体来进行。

[0170] 第二载具站CS2在第二载具站CS2与基片处理系统SS的外部的系统之间进行第二载具C2的送入和送出。第二载具站CS2的结构和功能可以与上述的第一载具站CS1相同。

[0171] 控制部CT控制基片处理系统SS的各个结构,对基片W执行规定的处理。控制部CT保存有设定了工艺(process)的步骤、工艺的条件、输送条件等的工艺配方,按照该工艺配方控制基片处理系统SS的各个结构以对基片W执行规定的处理。控制部CT也可以兼具有各控制部(图1~图4所示的控制部200和控制部2以及控制部400)的一部分或全部的功能。

[0172] <基片处理方法之一例>

[0173] 图13是表示示例性实施方式的基片处理方法(以下也称为“方法MT”)的流程图。如图13所示,方法MT包括:对基片实施预处理的工序ST100;在基片上形成抗蚀剂膜的工序ST200;对形成有抗蚀剂膜的基片实施加热处理(预烘烤:PAB)的工序ST300;对基片进行EUV曝光的工序ST400;对曝光后的基片实施加热处理(曝光后烘烤:PEB)的工序ST500;进行基片的测量的工序ST600;对基片的抗蚀剂膜进行显影的工序ST700;对显影后的基片实施加热处理(后烘烤:PB)的工序ST800;和对基片进行蚀刻的工序ST900。方法MT也可以不包括上述各个工序中的1个以上。例如,方法MT可以不包括工序ST600,在工序ST500后执行工序ST700。

[0174] 方法MT可以使用图12所示的基片处理系统SS来执行。以下,以基片处理系统SS的控制部CT控制基片处理系统SS的各部分来对基片W执行方法MT的情况为例进行说明。

[0175] (工序ST100:预处理)

[0176] 首先,收纳有多个基片W的第一载具C1被送入基片处理系统SS的第一载具站CS1。第一载具C1被载置于第一载置板ST1上。接着,通过第一输送装置HD1将第一载具C1内的各个基片W依次取出,交接给第一处理站PS1的第二输送装置HD2。基片W由第二输送装置HD2输送至预处理模块PM1。通过预处理模块PM1对基片W进行预处理。预处理例如可以包括基片W的温度调节、形成基片W的基底膜的一部分或全部、基片W的加热处理和基片W的高精度温度调节中的1个以上。预处理可以包括基片W的表面改性处理。

[0177] (工序ST200:形成抗蚀剂膜)

[0178] 接着,基片W由第二输送装置HD2输送至抗蚀剂膜形成模块PM2。通过抗蚀剂膜形成模块PM2在基片W上形成抗蚀剂膜。在一个实施方式中,抗蚀剂膜的形成是利用液相沉积法等湿法工艺进行的。例如,使用抗蚀剂膜形成模块PM2的湿法涂布单元在基片W上旋涂抗蚀剂膜,由此形成抗蚀剂膜。在一个实施方式中,基片W上的抗蚀剂膜的形成是通过气相沉积法等干法工艺进行的。例如,使用抗蚀剂膜形成模块PM2的干法涂布单元在基片W上蒸镀抗蚀剂膜,由此形成抗蚀剂膜。工序ST200中的抗蚀剂膜的形成可以使用本处理方法(参照图5)来进行。即,可以在基片W上形成具有第一抗蚀剂膜RM1和第二抗蚀剂膜RM2的含金属抗蚀剂膜RM。

[0179] 另外,基片W上的抗蚀剂膜的形成也可以使用干法工艺和湿法工艺这两者来进行。例如,可以在通过干法工艺在基片W上形成第一抗蚀剂膜后,通过湿法工艺在第一抗蚀剂膜上形成第二抗蚀剂膜。在该情况下,第一抗蚀剂膜和第二抗蚀剂膜的膜厚、材料和/或组成可以相同也可以不同。

[0180] (工序ST300:PAB)

[0181] 接着,基片W由第二输送装置HD2输送至第一热处理模块PM3。通过第一热处理模块PM3对基片W实施加热处理(预烘烤:PAB)。预烘烤可以在大气气氛下进行,也可以在非活性气氛下进行。此外,预烘烤可以通过将基片W加热至50°C以上或80°C以上来进行。基片W的加热温度可以为250°C以下、200°C以下或150°C以下。在一例中,基片的加热温度可以为50°C以上、250°C以下。在工序ST200中利用干法工艺形成抗蚀剂膜的情况下,在一个实施方式中,预烘烤可以由执行了工序ST200的干法涂布单元连续地执行。在一个实施方式中,在预烘烤后可以实施除去基片W的端部的抗蚀剂膜的处理(Edge Bead Removal(边缘抗蚀剂除去):EBR)。

[0182] (工序ST400:EUV曝光)

[0183] 接着,基片W由第二输送装置HD2交接给第一接口站IS1的第三输送装置HD3。然后,基片W由第三输送装置HD3输送至曝光装置EX。基片W在曝光装置EX中隔着曝光掩模(光罩)接受EUV曝光。EUV例如具有10~20nm范围的波长。EUV可以具有11~14nm范围的波长,在一例中具有13.5nm的波长。由此,在基片W上与曝光掩模(光罩)的图案对应地形成了经EUV曝光的第一区域和未经EUV曝光的第二区域。在一个实施方式中,第一区域的膜厚可以比第二区域的膜厚小。

[0184] (工序ST500:PEB)

[0185] 接着,基片W从第二接口站IS2的第四输送装置HD4交接给第二处理站PS2的第五输送装置HD5。然后,基片W由第五输送装置HD5输送至第二热处理模块PM4。然后,对基片W在第二热处理模块PM4中实施加热处理(曝光后烘烤:PEB)。曝光后烘烤可以在大气气氛下进行。此外,曝光后烘烤通过将基片W加热至180°C以上250°C以下来进行。

[0186] (工序ST600:测量)

[0187] 接着,基片W由第五输送装置HD5输送至测量模块PM5。通过测量模块PM5进行基片W的测量。测量可以是光学测量也可以是其他测量。在一个实施方式中,测量模块PM5进行的测量包括使用CCD相机测量基片W的外观和/或尺寸。在一个实施方式中,测量模块PM5进行的测量包括使用高光谱相机测量抗蚀剂膜的图案形状、尺寸、膜厚、组成、膜密度中的任1者以上(以下也称为“图案形状等”)。

[0188] 在一个实施方式中,控制部CT基于测得的基片W的外观、尺寸和/或图案形状等,判断该基片W有无曝光异常。在一个实施方式中,在控制部CT判断为存在曝光异常的情况下,可以不进行工序ST700的显影而是进行基片W的返工或废弃。基片W的返工可以通过除去基片W上的抗蚀剂并再次返回工序ST200形成抗蚀剂膜来进行。显影后的返工有时会对基片W造成损伤,通过在显影前进行返工能够避免或抑制对基片W造成损伤。

[0189] (工序ST700:显影)

[0190] 接着,基片W由第五输送装置HD5输送至显影模块PM6。在显影模块PM6中对基片W的抗蚀剂膜进行显影。通过进行显影,能够有选择地除去经EUV曝光的第一区域和未经EUV曝光的第二区域中的任1者。显影处理可以通过干法显影进行,此外也可以通过湿法显影进行。显影处理也可以组合干法显影和湿法显影来进行。在显影处理后或显影处理期间,可以执行1次以上的脱附(desorption)处理。脱附处理包括,利用氦等非活性气体或该非活性气体的等离子体,除去抗蚀剂膜的表面和基底膜UF表面的残渣(descum)或使表面光滑(smoothing)。

[0191] (工序ST800:PB)

[0192] 接着,基片W由第五输送装置HD5输送至第三热处理模块PM7,实施加热处理(后烘烤)。后烘烤可以在大气气氛下进行,也可以在包含N<sub>2</sub>或O<sub>2</sub>的减压气氛下进行。此外,后烘烤可以通过将基片W加热至150℃以上250℃以下来进行。后烘烤可以由第二热处理模块PM4代替第三热处理模块PM7来进行。在一个实施方式中,可以在后烘烤后由测量模块PM5进行基片W的光学测量。该测量可以除了执行工序ST600中的测量之外还执行,或者可以代替工序ST600中的测量来执行。在一个实施方式中,控制部CT基于测得的基片W的外观、尺寸和/或图案形状等,判断该基片W的显影图案例如有无缺陷、损伤、异物附着等异常。在一个实施方式中,在控制部CT判断为存在异常的情况下,可以不进行工序ST900的蚀刻而是进行基片W的返工或废弃。在一个实施方式中,在控制部CT判断为存在异常的情况下,可以使用干法涂布单元(CVD装置、ALD装置等)调节基片W的抗蚀剂膜的开口尺寸。

[0193] (工序ST900:蚀刻)

[0194] 在工序ST800执行后,基片W由第五输送装置HD5交接给第二载具站CS2的第六输送装置HD6,由第六输送装置HD6输送至第二载置板ST2的第二载具C2。之后,第二载具C2被输送至等离子体处理系统(未图示)。等离子体处理系统例如可以是图2和图3所示的等离子体处理系统。在等离子体处理系统中,以显影后的抗蚀剂膜作为掩模来对基片W的基底膜UF进行蚀刻。通过以上方式,方法MT结束。此外,在工序ST700中使用等离子体处理装置对抗蚀剂膜进行显影的情况下,蚀刻可以继续在该等离子体处理装置的等离子体处理腔室内执行。此外,在第二处理站PS2除了包括显影模块PM6还包括等离子体处理模块的情况下,蚀刻可以在该等离子体处理模块内执行。在蚀刻前或蚀刻期间可以执行1次以上的上述的脱附处理。

[0195] 本发明的实施方式还包括以下的方式。

[0196] (附注1)

[0197] 一种基片处理方法,包括:

[0198] 工序(a),提供具有基底膜的基片;和

[0199] 工序(b),在所述基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,其中,

[0200] 所述工序(b)包括:

[0201] 工序(b1),在所述基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和

[0202] 工序(b2),在所述第一抗蚀剂膜上形成与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜。

[0203] (附注2)

[0204] 如附注1所述的基片处理方法,其中,所述第二抗蚀剂膜中的金属的组成比低于所述第一抗蚀剂膜中的金属的组成比。

[0205] (附注3)

[0206] 如附注1或2所述的基片处理方法,其中,所述含金属抗蚀剂膜包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。

[0207] (附注4)

[0208] 如附注1~3中任一项所述的基片处理方法,其中,在所述工序(b)中,所述含金属膜形成为,金属的组成比随着从所述基底膜去往上方而呈台阶状地或连续地变化。

[0209] (附注5)

[0210] 如附注1~4中任一项所述的基片处理方法,其中,所述工序(b1)和所述工序(b2)各自包括在所述基片上涂布溶液的工序,所述工序(b2)中使用的溶液中的金属的浓度比所述工序(b1)中使用的溶液中的金属的浓度低。

[0211] (附注6)

[0212] 如附注5所述的基片处理方法,其中,所述工序(b1)包括对涂布了所述溶液的基片进行加热的工序。

[0213] (附注7)

[0214] 如附注5或6所述的基片处理方法,其中,所述工序(b2)包括对涂布了所述溶液的基片进行加热的工序。

[0215] (附注8)

[0216] 如附注1~4中任一项所述的基片处理方法,其中,所述工序(b1)和所述工序(b2)各自包括对所述基片提供包含含金属气体和氧化性气体的混合气体的工序,所述含金属气体的流量相对于所述混合气体的总流量之比或所述混合气体的总流量,在所述工序(b2)中比在所述工序(b1)中低。

[0217] (附注9)

[0218] 如附注1~4中任一项所述的基片处理方法,其中,所述工序(b1)和所述工序(b2)各自包括交替地供给包含含金属气体的第一气体和包含氧化性气体的第二气体的工序,所述第一气体的流量相对于所述第二气体的流量之比或所述第一气体与所述第二气体的总流量,在所述工序(b2)中比在所述工序(b1)中低。

[0219] (附注10)

[0220] 如附注8或9所述的基片处理方法,其中,所述含金属气体包含含金属有机前体。

[0221] (附注11)

[0222] 如附注8~10中任一项所述的基片处理方法,其中,所述氧化性气体包含选自 $H_2O$ 气体、 $H_2O_2$ 气体、 $O_3$ 气体和 $O_2$ 气体中的至少1者。

[0223] (附注12)

[0224] 如附注8~11中任一项所述的基片处理方法,其中,

[0225] 在所述工序(a)中,所述基片被提供至基片支承部上,

[0226] 所述工序(b2)中的所述基片支承部的温度比所述工序(b1)中的所述基片支承部的温度低。

[0227] (附注13)

[0228] 如附注8~12中任一项所述的基片处理方法,其中,所述工序(b1)包括对所述基片进行加热的工序。

[0229] (附注14)

[0230] 如附注8~13中任一项所述的基片处理方法,其中,所述工序(b2)包括对所述基片进行加热的工序。

[0231] (附注15)

[0232] 如附注1~14中任一项所述的基片处理方法,其中,所述工序(b)包括:工序(b3),在所述第二抗蚀剂膜上,形成1层或多层以与所述第一抗蚀剂膜和所述第二抗蚀剂膜不同的

组成比含有所述金属的抗蚀剂膜。

[0233] (附注16)

[0234] 如附注1~15中任一项所述的基片处理方法,其中,还包括工序(c),在所述工序(b)之后对所述基片进行加热。

[0235] (附注17)

[0236] 如附注1~16中任一项所述的基片处理方法,其中,还包括工序(d),在所述工序(b)之后对所述基片进行曝光,在所述含金属抗蚀剂膜形成被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域。

[0237] (附注18)

[0238] 如附注17所述的基片处理方法,其中,还包括工序(e),在所述工序(d)之后对所述基片进行显影,从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域。

[0239] (附注19)

[0240] 一种基片处理方法,包括:

[0241] 工序(a),提供基片,其中,所述基片具有基底膜和所述基底膜上的含金属抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括所述基底层上的含有金属的第一抗蚀剂膜、和所述第一抗蚀剂膜上的以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域;和

[0242] 工序(b),对所述基片进行显影,从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域。

[0243] (附注20)

[0244] 如附注18或19所述的基片处理方法,其中,还包括工序(f),在对所述基片进行显影而从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域的工序之后,对所述基底膜进行蚀刻。

[0245] (附注21)

[0246] 一种基片处理系统,具有1个或多个基片处理装置和控制部,其中,

[0247] 所述控制部构成为能够使所述1个或多个基片处理装置执行包括控制(a)和控制(b)的控制,其中,

[0248] 在所述控制(a)中提供具有基底膜的基片,

[0249] 在所述控制(b)中在所述基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,

[0250] 所述控制(b)包括:

[0251] 控制(b1),在所述基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和

[0252] 控制(b2),在所述第一抗蚀剂膜上形成以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜。

[0253] (附注22)

[0254] 一种基片处理系统,具有1个或多个基片处理装置和控制部,其中,

[0255] 所述控制部构成为能够使所述1个或多个基片处理装置执行:

[0256] 控制(a),提供基片,其中,所述基片具有基底膜和所述基底膜上的含金属抗蚀剂膜,所述含金属抗蚀剂膜包括所述基底层上的含有金属的第一抗蚀剂膜、和所述第一抗蚀剂膜上的以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜,所述含金属

抗蚀剂膜包括被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域;和

[0257] 控制(b),对所述基片进行显影,从所述含金属抗蚀剂膜有选择地除去所述第二区域。

[0258] (附注23)

[0259] 一种器件制造方法,包括:

[0260] 工序(a),提供具有基底膜的基片;和

[0261] 工序(b),在所述基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,其中,

[0262] 所述工序(b)包括:

[0263] 工序(b1),在所述基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和

[0264] 工序(b2),在所述第一抗蚀剂膜上形成以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜。

[0265] (附注24)

[0266] 一种程序,使具有1个或多个基片处理装置和控制部的基片处理系统的计算机执行:

[0267] 控制(a),提供具有基底膜的基片;和

[0268] 控制(b),在所述基底膜上形成含金属抗蚀剂膜,其中,

[0269] 所述控制(b)包括:

[0270] 控制(b1),在所述基底膜上形成含有金属的第一抗蚀剂膜;和

[0271] 控制(b2),在所述第一抗蚀剂膜上形成以与所述第一抗蚀剂膜不同的组成比含有所述金属的第二抗蚀剂膜。

[0272] (附注25)

[0273] 一种存储介质,其保存有附注24所述的程序。

[0274] 以上各实施方式是以说明为目的而记载的,并不意图限定本发明的范围。各实施方式能够在不超过本发明的范围和主旨的情况下实施各种变形。例如,能够将一个实施方式中的一部分的构成要素添加到其他实施方式中。此外,能够将一个实施方式中的一部分的构成要素替换为其他实施方式的对应的构成要素。

[0275] 附图标记的说明

[0276] 1……等离子体处理装置,2……控制部,10……等离子体处理腔室,1……基片支承部,20……气体供给部,30……电源,100……热处理装置,102……处理腔室,120……载置台加热器,121……基片支承部,141……气体喷嘴,200……控制部,300……液处理装置,311……旋转吸盘,321……杯形部,331……处理液供给喷嘴,351……清洗液供给喷嘴,400……控制部,OP……开口,RM……含金属抗蚀剂膜,RM1……第一抗蚀剂膜,RM2……第二抗蚀剂膜,UF……基底膜,W……基片。



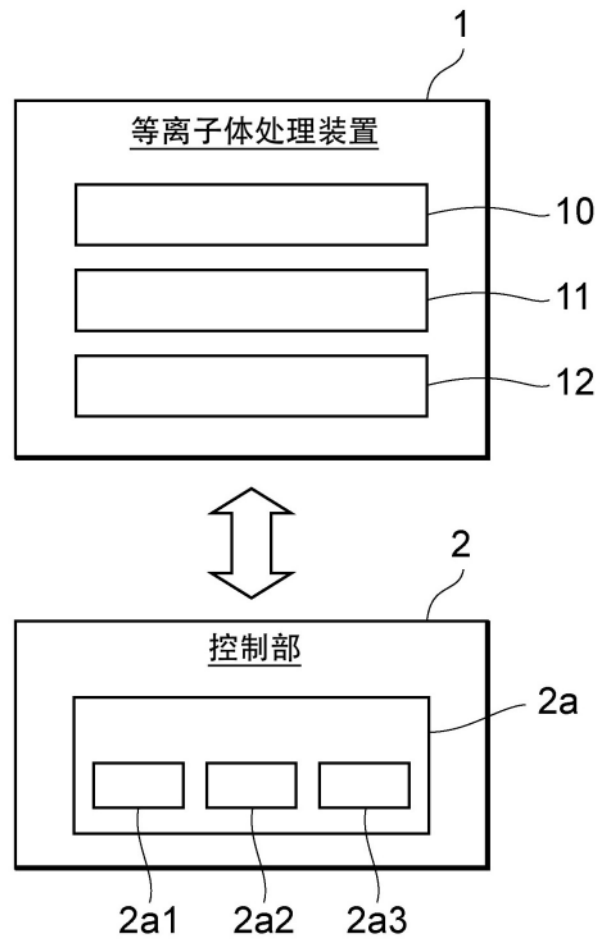


图2

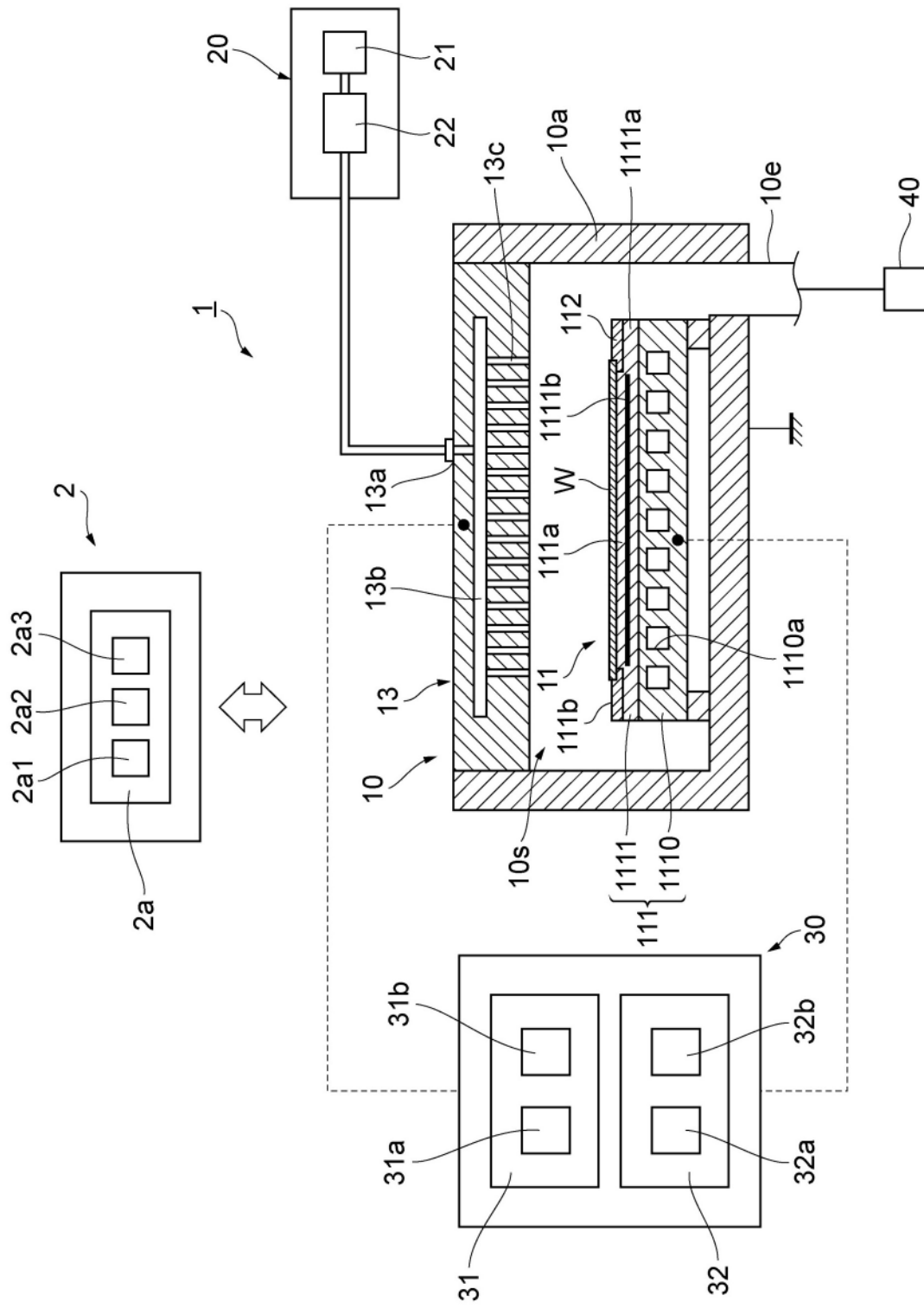


图3

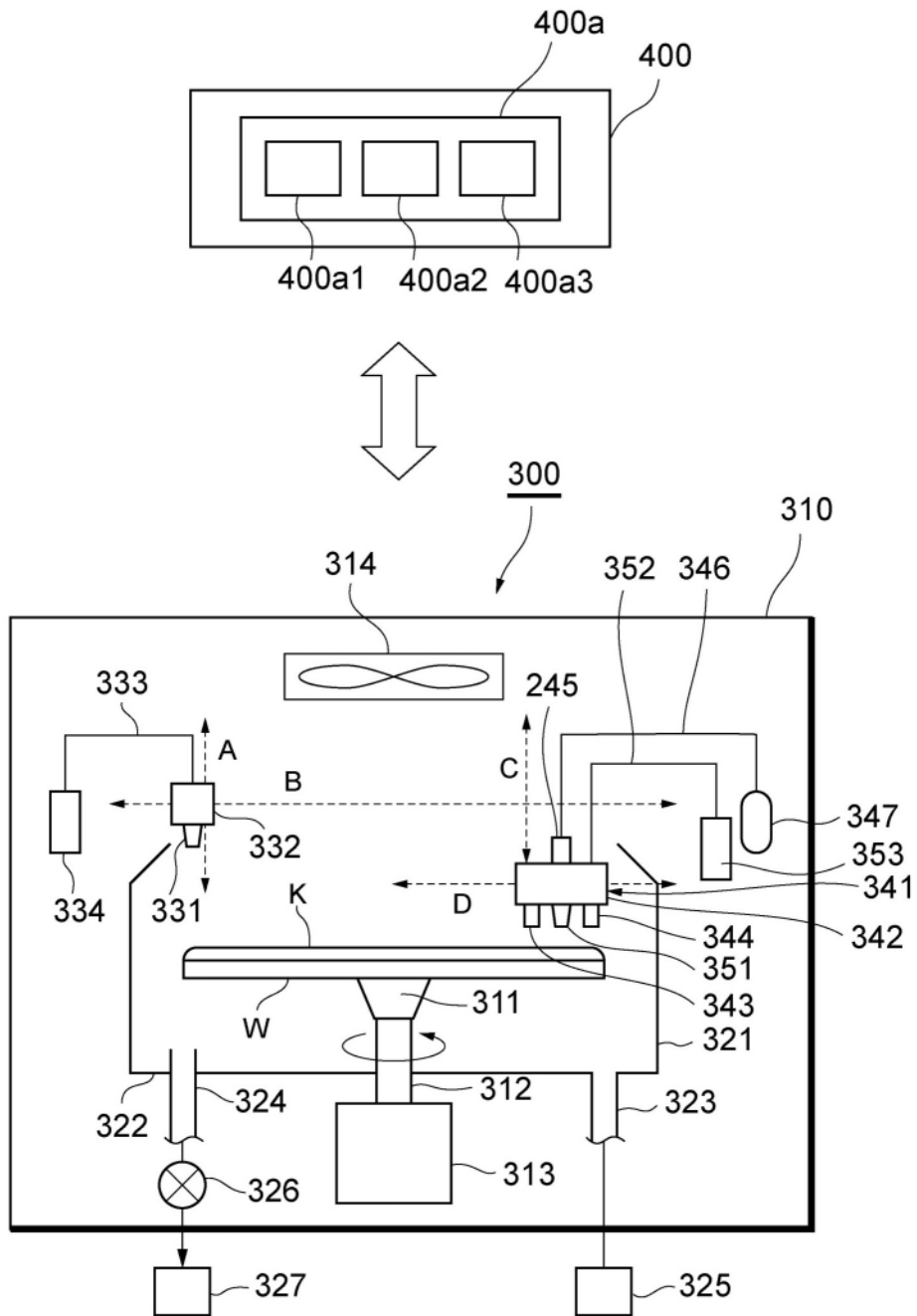


图4

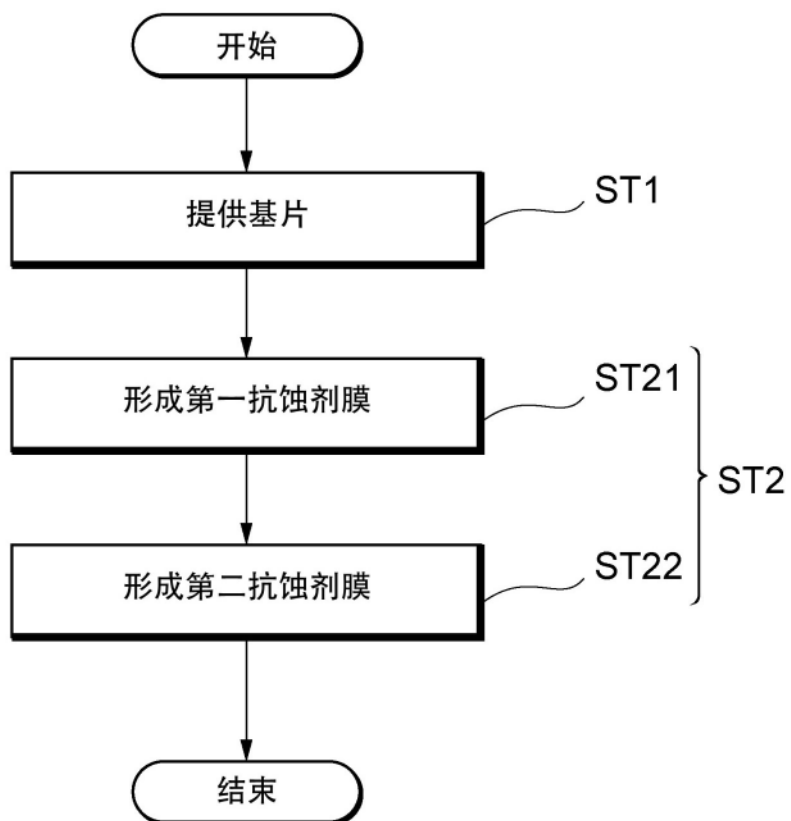


图5

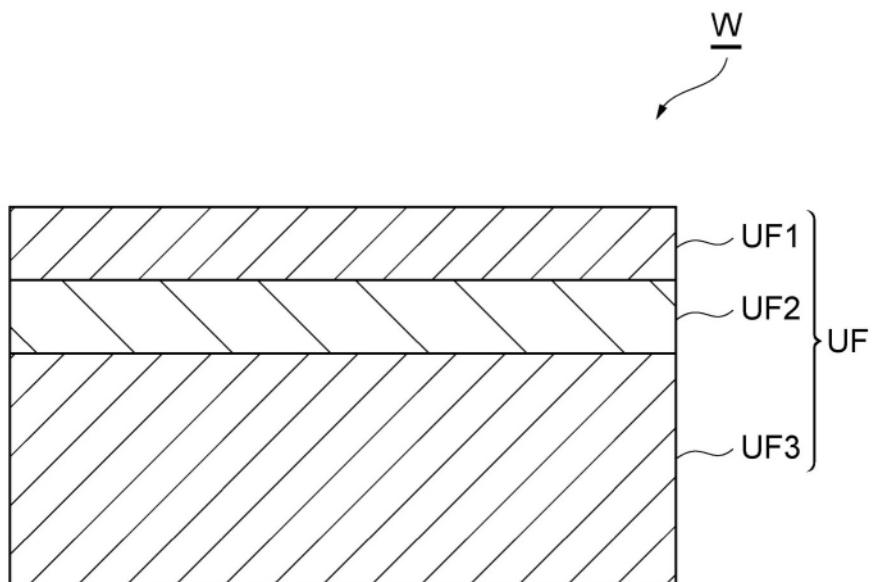


图6

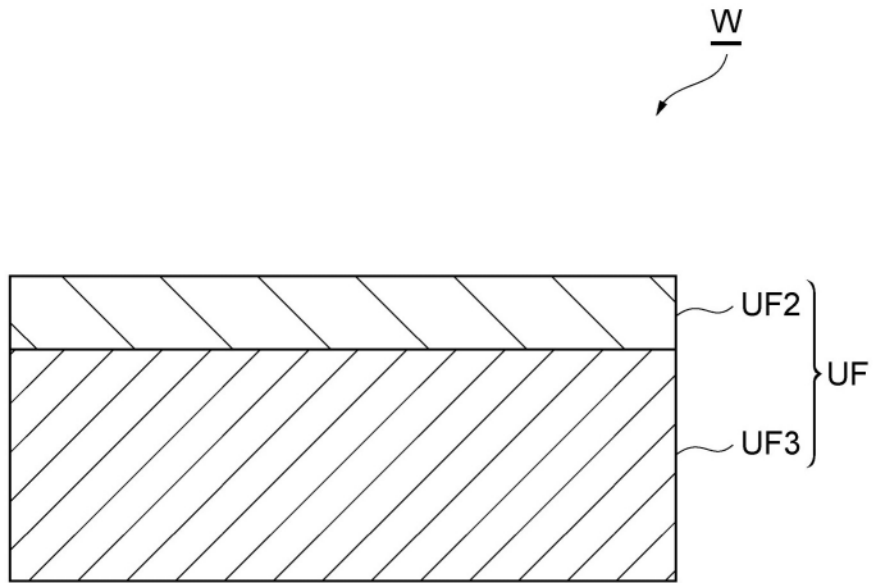


图7

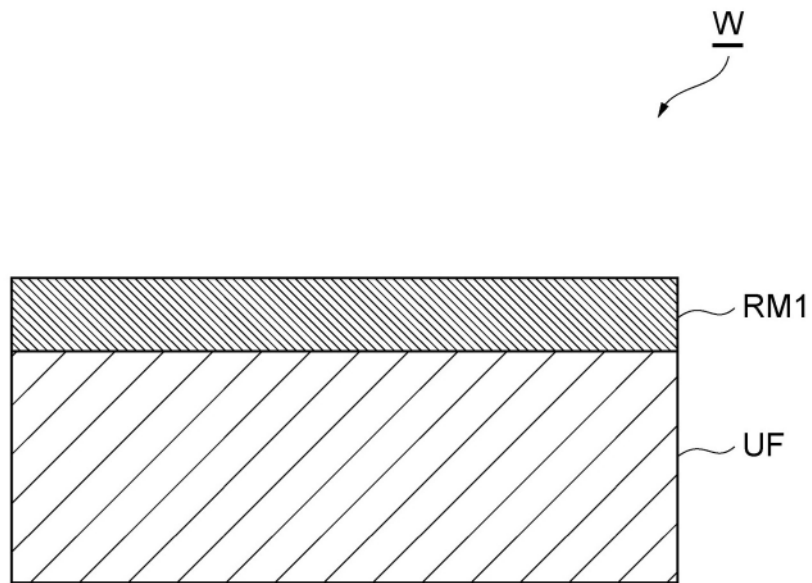


图8

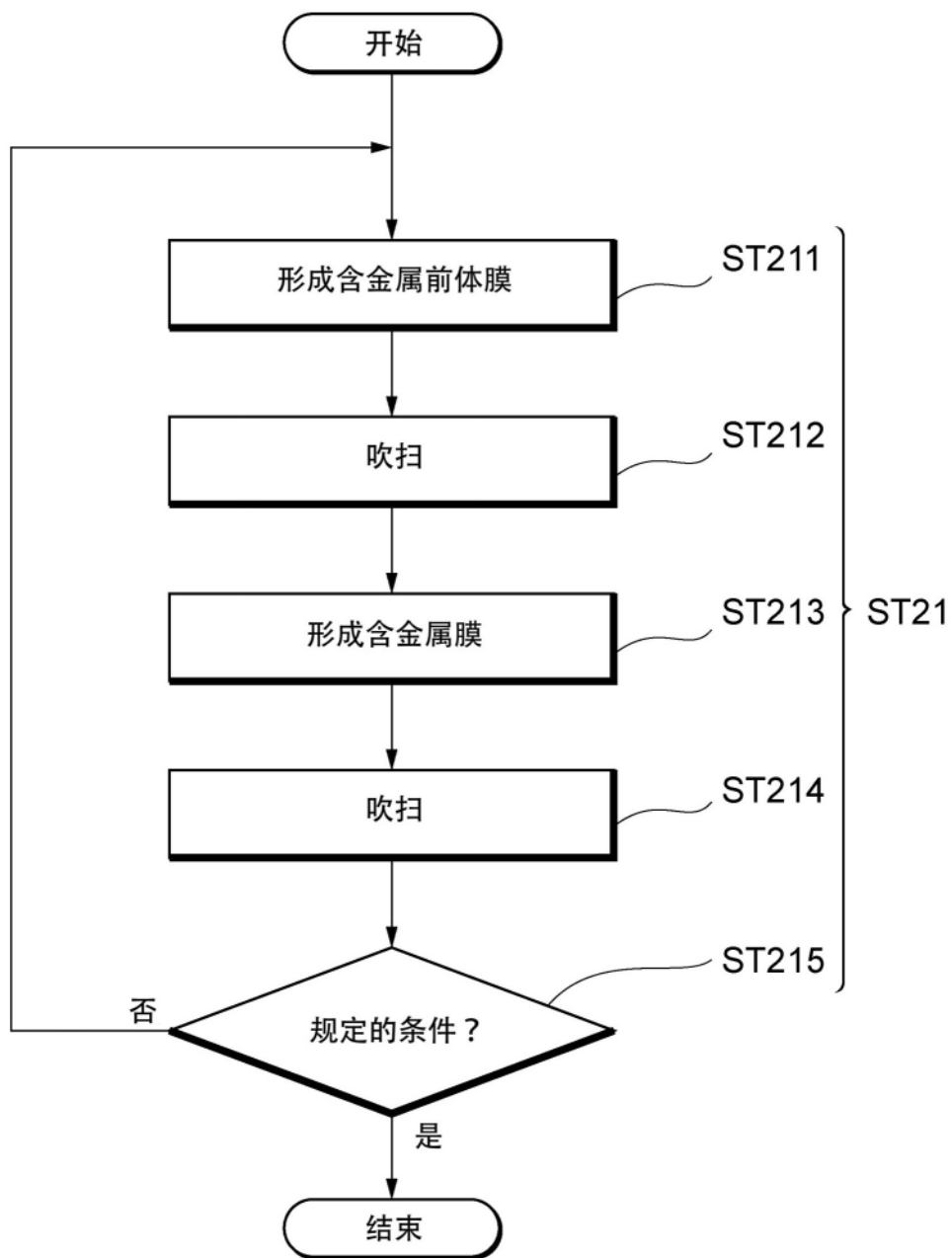


图9

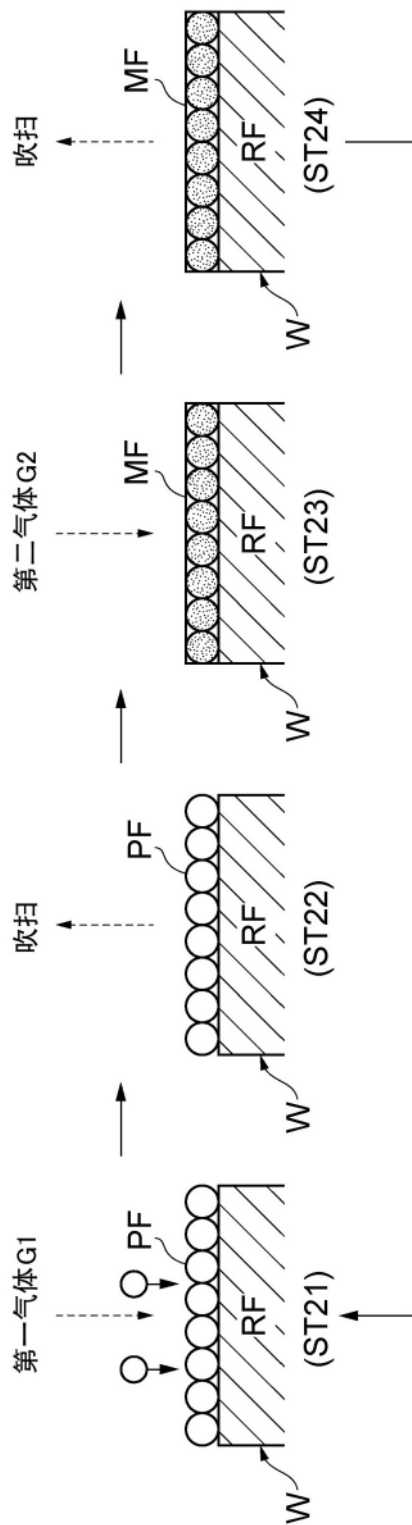


图10

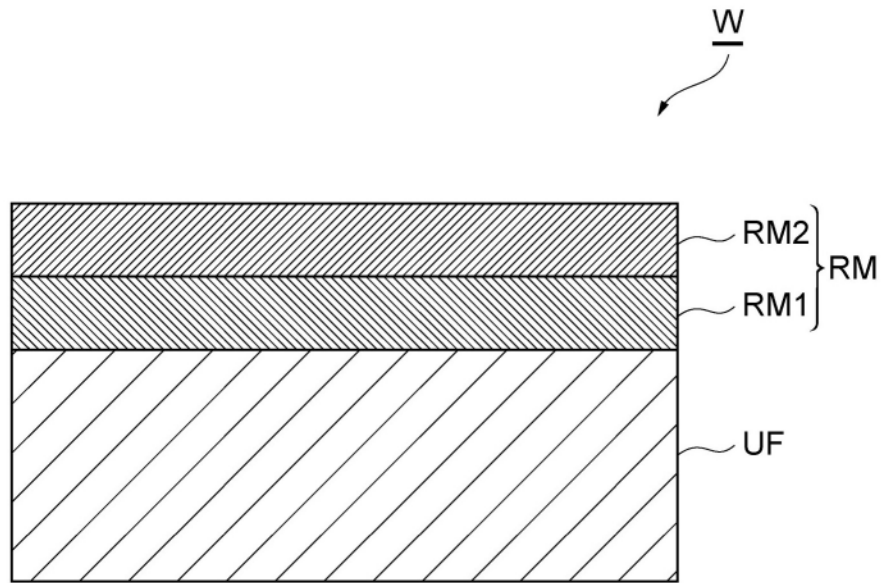


图11

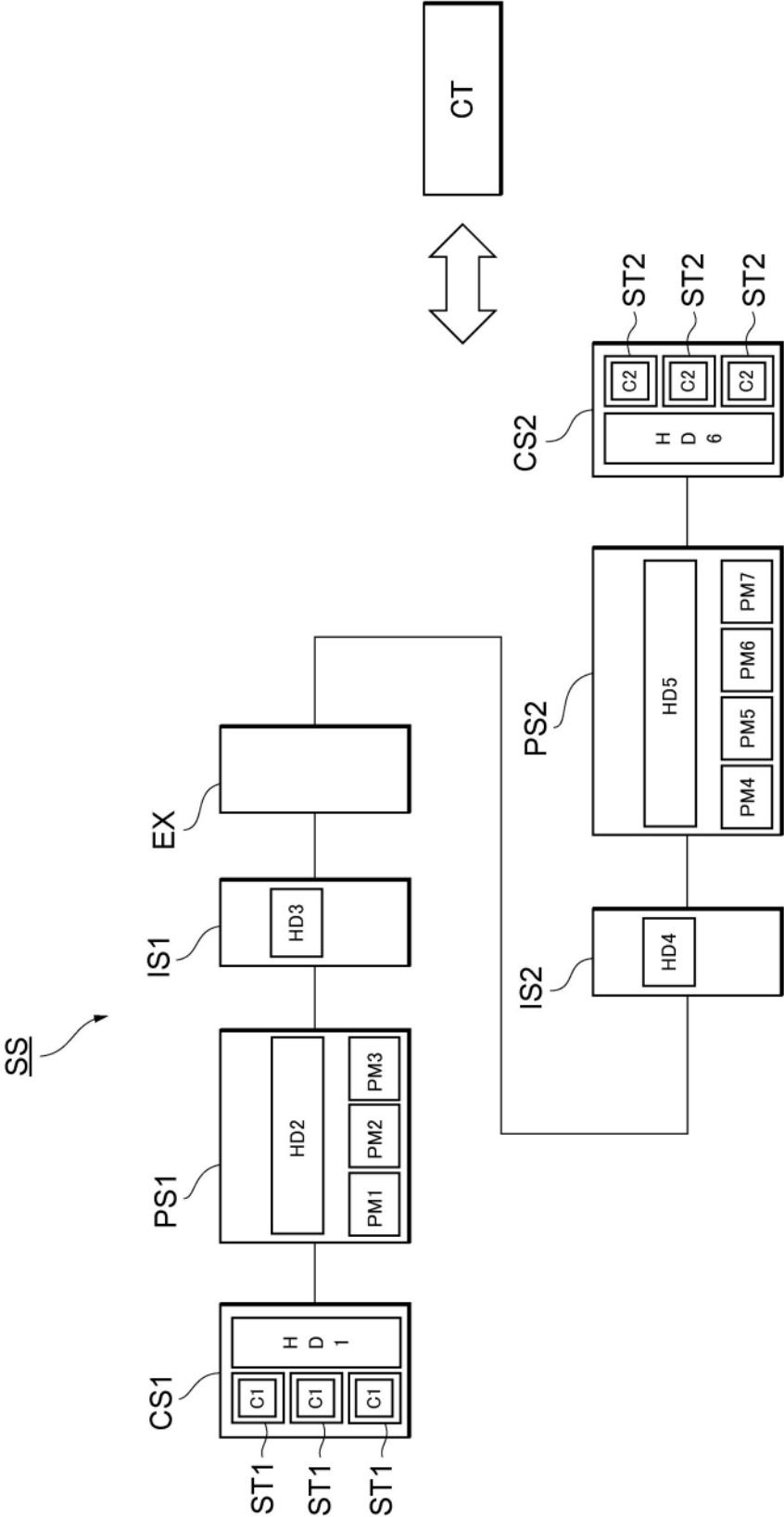


图12

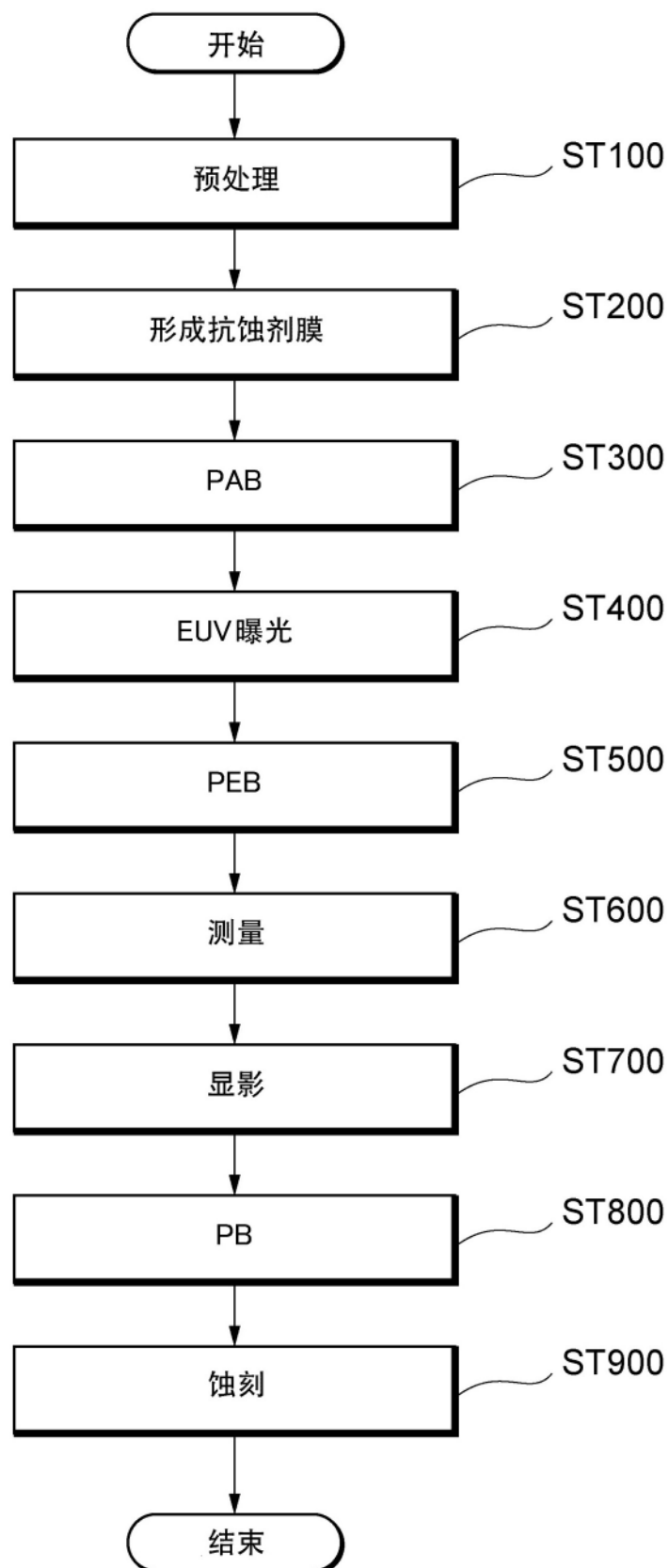


图13