



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119816920 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 11

(21) 申请号 202380066539.4

(22) 申请日 2023.09.20

(30) 优先权数据

2022-153625 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/JP2023/034011 2023.09.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/070833 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)

H01L 21/3065 (2006.01)

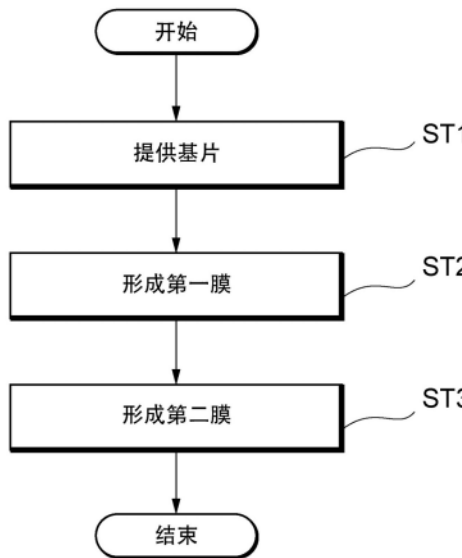
权利要求书2页 说明书23页 附图13页

(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。该方法是基片处理方法,包括:工序(a),提供具有基底膜的基片;工序(b),在基底膜上形成第一膜,其中,第一膜由包含EUV吸收截面积比基底膜高的元素的材料构成;和工序(c),在第一膜上形成第二膜,其中,第二膜是含金属抗蚀剂膜。



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;
工序(b),在所述基底膜上形成第一膜,其中,所述第一膜由包含EUV吸收截面积比所述基底膜高的元素的材料构成;和
工序(c),在所述第一膜上形成第二膜,其中,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜。
2. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,
所述第一膜包含选自Sn、At、Bi、Ti、Pb、Xe、I、Te、Sb、Hg、Au、Cd、In、Ge和Ag中的至少1种金属。
3. 如权利要求1所述的基片处理方法,其特征在于,
所述第一膜包含Sn。
4. 如权利要求2或3所述的基片处理方法,其特征在于,
所述第一膜中的金属的组成比高于所述第二膜中的金属的组成比。
5. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
所述第一膜为含金属抗蚀剂膜。
6. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
在所述工序(b)中,所述第一膜使用干法工艺形成。
7. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
在所述工序(b)中,所述第一膜使用湿法工艺形成。
8. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
所述第二膜包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。
9. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
所述第二膜包含Sn。
10. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
所述第二膜比所述第一膜厚。
11. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
在所述工序(c)中,所述第二膜使用干法工艺形成。
12. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,
在所述工序(c)中,所述第二膜使用湿法工艺形成。
13. 如权利要求1~3中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,还包括:
工序(d),在所述工序(c)之后对所述基片进行曝光,在所述第二膜形成被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域。
14. 如权利要求13中任一项所述的基片处理方法,其特征在于,还包括:
工序(e),在所述工序(d)之后对所述基片进行显影,从所述第二膜有选择地除去所述第二区域。
15. 如权利要求14所述的基片处理方法,其特征在于,还包括:
工序(f1),在所述工序(e)之后,以所述第二膜为掩模对所述第一膜进行蚀刻。
16. 如权利要求15所述的基片处理方法,其特征在于,还包括:
工序(f2),在所述工序(f1)之后,以所述第一膜和所述第二膜为掩模对所述基底膜进行蚀刻。

17. 如权利要求5所述的基片处理方法,其特征在于,还包括:

工序(d),在所述工序(c)之后对所述基片进行曝光,在所述第一膜和所述第二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,其特征在于,还包括:

工序(e),在所述工序(d)之后对所述基片进行显影,从所述第一膜和所述第二膜有选择地除去所述第二区域。

19. 如权利要求18所述的基片处理方法,其特征在于,还包括:

工序(f),在所述工序(e)之后,以所述第一膜和所述第二膜为掩模对所述基底膜进行蚀刻。

20. 一种基片处理方法,其特征在于,包括:

工序(a),提供基片,其中,所述基片具有基底膜、所述基底膜上的第一膜和所述第一膜上的第二膜,所述第一膜的二次电子发射系数比所述基底膜高,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜,所述第一膜和所述第二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,从所述第一膜和所述第二膜有选择地除去所述第二区域。

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,其特征在于,

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),提供具有基底膜的基片;

控制(b),在所述基底膜上形成第一膜,其中,所述第一膜由包含EUV吸收截面积比所述基底膜高的元素的材料构成;和

控制(c),在所述第一膜上形成第二膜,其中,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜。

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;工序(b),在所述基底膜上形成第一膜,其中,所述第一膜由包含EUV吸收截面积比所述基底膜高的元素的材料构成;和工序(c),在所述第一膜上形成第二膜,其中,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜。

[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ST2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ST2中,在基片W的表面发生的现象之一例的图。

[0022] 图11是表示形成有第二膜RM2的基片W的截面结构之一例的图。

[0023] 图12是表示经过EUV曝光后的基片W的截面结构之一例的图。

- [0024] 图13是表示经过EUV曝光后的基片W的截面结构之另一例的图。
- [0025] 图14是表示显影后的基片W的截面结构之一例的图。
- [0026] 图15是表示显影后的基片W的截面结构之另一例的图。
- [0027] 图16是用于说明基片处理系统SS的结构例的框图。
- [0028] 图17是表示方法MT的流程图。

具体实施方式

[0029] 以下,对本发明的各实施方式进行说明。

[0030] 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;工序(b),在基底膜上形成第一膜,其中,第一膜由包含EUV吸收截面积比基底膜高的元素的材料构成;和工序(c),在第一膜上形成第二膜,其中,第二膜为含金属抗蚀剂膜。

[0031] 在一个示例性实施方式中,第一膜包含选自Sn、At、Bi、Ti、Pb、Xe、I、Te、Sb、Hg、Au、Cd、In、Ge和Ag中的至少1种金属。

[0032] 在一个示例性实施方式中,第一膜包含Sn。

[0033] 在一个示例性实施方式中,第一膜中的金属的组成比高于第二膜中的金属的组成比。

[0034] 在一个示例性实施方式中,第一膜为含金属抗蚀剂膜。

[0035] 在一个示例性实施方式中,在工序(b)中,第一膜使用干法工艺形成。

[0036] 在一个示例性实施方式中,在工序(b)中,第一膜使用湿法工艺形成。

[0037] 在一个示例性实施方式中,第二膜包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。

[0038] 在一个示例性实施方式中,第二膜包含Sn。

[0039] 在一个示例性实施方式中,第二膜比第一膜厚。

[0040] 在一个示例性实施方式中,在工序(c)中,第二膜使用干法工艺形成。

[0041] 在一个示例性实施方式中,在工序(c)中,第二膜使用湿法工艺形成。

[0042] 在一个示例性实施方式中,还包括工序(d),其中,在工序(c)之后对基片进行曝光,在第二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:在工序(d)之后对基片进行显影,从第二膜有选择地除去第二区域的工序。

[0044] 在一个示例性实施方式中,还包括:在工序(e)之后,以第二膜为掩模对第一膜进行蚀刻的工序。

[0045] 在一个示例性实施方式中,还包括:在工序(f1)之后,以第一膜和第二膜为掩模对基底膜进行蚀刻的工序。

[0046] 在一个示例性实施方式中,还包括:在工序(c)之后对基片进行曝光,在第一膜和第二膜形成被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域的工序。

[0047] 在一个示例性实施方式中,还包括:在工序(d)之后,对基片进行显影,从第一膜和第二膜有选择地除去第二区域的工序。

[0048] 在一个示例性实施方式中,还包括工序(f),其中,在工序(e)之后,以第一膜和第二膜为掩模对基底膜进行蚀刻。

[0049] 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、所述基底膜上的第一膜和所述第一膜上的第二膜,所述第一膜的二次电子发射系数比所述基底膜高,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜,所述第一膜和所述第二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,从所述第一膜和所述第二膜有选择地除去所述第二区域。

[0050] 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以及控制部,控制部构成为使1个或多个基片处理装置执行:控制(a),提供具有基底膜的基片;控制(b),在基底膜上形成第一膜,其中,第一膜由包含EUV吸收截面积比基底膜高的元素的材料构成;和控制(c),在第一膜上形成第二膜,其中,第二膜为含金属抗蚀剂膜。

[0051] 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。

[0052] <热处理系统的结构例>

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 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中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理由无机材料或有机材料构成。

[0056] 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升降销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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] <等离子体处理系统的结构例>

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 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。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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)。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] <液处理系统的结构例>

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] <基片处理方法之一例>

[0093] 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;在基底膜上形成第一膜的工序ST2;和在第一膜上形成第二膜的工序ST3。在一个实施方式中,工序ST2和工序ST2中的第一膜和第二膜的形成处理(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和工序ST3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中的成膜处理通过干法成膜来进行,工序ST3的成膜处理通过湿法成膜来进行。

[0094] 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。

[0095] (工序ST1:提供基片)

[0096] 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℃以下的温度,可以是100℃以上300℃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。在以后的工序中,基片支承部121的温度可以被维持在设定温度,也可以改变。

[0097] 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。

[0098] 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可以由第一基底膜UF1、第二基底膜UF2和第三基底膜UF3构成。如图7所示,基底膜UF也可以由第二基底膜UF2和第三基底膜UF3构成。在一个实施方式中,基底膜UF的表面可以被实施表面改性处理,用于提高与要形成于基底膜上的膜(第一膜RM1)之间的密合性。

[0099] 第一基底膜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。第二基底膜UF2例如是旋涂碳(SOC)膜、非晶碳膜或含硅膜。第三基底膜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。第三基底膜UF3可以由层叠的多个种类的含硅膜构成。例如,第三基底膜UF3可以由交替层叠的硅氧化膜和硅氮化膜构成。此外,第三基底膜UF3可以由层叠的硅氧化膜和多晶硅膜构成。此外,第三基底膜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,第三基底膜UF3也可以由层叠的硅氧化膜和硅碳氮化膜构成。此外,第三基底膜UF3也可以是包括硅氧化膜、硅氮化膜、硅碳氮化膜的层叠膜。

[0100] 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。

[0101] (工序ST2:形成第一膜)

[0102] 接着,在工序ST2中,在基片W的基底膜UF上形成第一膜RM1。

[0103] 图8是表示在工序ST2中形成了第一膜RM1的基片W的截面结构之一例的图。如图8所示,第一膜RM1形成于基底膜UF的表面。第一膜RM1由包含EUV吸收截面积比基底膜UF高的元素的材料构成。在一个实施方式中,第一膜RM1包含选自Sn、At、Bi、Ti、Pb、Xe、I、Te、Sb、Hg、Au、Cd、In、Ge和Ag中的至少1种金属(以下也称为“第一金属”)。

[0104] 在一个实施方式中,第一膜RM1是含金属抗蚀剂膜。第一膜RM1可以是与第二膜RM2包含相同金属的含金属抗蚀剂膜,也可以是包含不同金属的含金属抗蚀剂膜。

[0105] 在一个实施方式中,第一膜RM1是金属氧化物膜。在一个实施方式中,第一膜RM1是金属膜。

[0106] 在一个实施方式中,第一膜RM1包含Sn。在一例中,第一膜RM1是具有碳化氢等有机取代基的有机锡化合物膜。在一例中,第一膜RM1是氧化锡(SnO、SnO₂、Sn₂O₃等)膜,此外,在一例中,是硫化锡(SnS)膜。

[0107] 在一个实施方式中,第一膜RM1中的金属的组成比即金属元素在整个第一膜RM1中所占的比例(原子百分比:at%)高于第二膜RM2中的金属的组成比。例如,在第一膜RM1为含

金属抗蚀剂膜的情况下,第一膜RM1中的金属的组成比可以高于第二膜RM2中的该金属的组成比。在一个实施方式中,第一膜RM1中的金属的膜密度可以高于第二膜RM2中的金属的膜密度。在一个实施方式中,基底膜UF上的膜(第一膜RM1和第二膜RM2)可以构成为,随着在厚度方向上靠近基底膜UF,金属的膜密度变高。

[0108] 工序ST2中的第一膜RM1可以使用化学气相沉积法(Chemical Vapor Deposition,以下称为“CVD法”)、原子沉积法(Atomic Layer Deposition,以下称为“ALD法”)等各种方法来实现。以下,对形成第一膜RM1的各种方法进行说明。

[0109] [CVD法]

[0110] 在一个实施方式中,通过CVD法,利用包含含金属气体的第一处理气体形成第一膜RM1。在一个实施方式中,第一处理气体中所含的含金属气体包含第一金属。在一个实施方式中,第一处理气体包含氧化性气体。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。

[0111] 在一个实施方式中,第一处理气体中所含的含金属气体包括选自锡烷化合物、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。

[0112] 在一个实施方式中的工序ST2中,处理气体经由气体喷嘴141被供给至处理腔室102内。处理气体在基片W上发生化学反应而吸附在基底膜UF上。由此,能够在基底膜UF上形成第一膜RM1。

[0113] [ALD法]

[0114] 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膜RM1。

[0115] 图9是表示使用了ALD法的工序ST2之一例的流程图。如图9所示,使用了ALD法的工序ST2包括形成前体膜的工序ST21、第一吹扫工序ST22、从前体膜形成第一膜的工序ST23、第二吹扫工序ST24和判断工序ST25。其中,第一吹扫工序ST22、第二吹扫工序ST24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ST2中,在基片W的表面产生的现象之一例的图。

[0116] 在工序ST21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,形成前体膜PF。含金属前体包含第一金属。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,含金属前体包含上述的选自锡烷化合物、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。

[0117] 在一个实施方式的工序ST21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例如能够包含第一金属种。含金属前体膜PF能够是金属络合

物。

[0118] 在工序ST22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。

[0119] 在工序ST23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与前体膜PF发生反应,从前体膜PF形成第一膜RM1。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的表面的前体发生反应的气体。氧化性气体可以是选自H₂O气体、H₂O₂气体、O₃气体和O₂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与前体膜PF反应而形成第一膜RM1。

[0120] 在工序ST24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。

[0121] 在工序ST25中,判断用于结束工序ST2的规定的条件是否已满足。规定的条件可以是,以工序ST21至工序ST24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ST25中判断为不满足规定的条件的情况下,返回工序ST21,在判断为满足规定的条件的情况下,工序ST2结束。例如,规定的条件也可以是工序ST24后的关于第一膜RM1的尺寸的条件。即,在工序ST24后判断第一膜RM1的尺寸(厚度)是否达到了规定的值或范围,可以反复进行工序ST21至工序ST24的循环,直至达到该规定的值或范围。第一膜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上形成第一膜RM1。

[0122] 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°C以上250°C以下,也可以为0°C以上150°C以下,在一例中是150°C。

[0123] 在一个实施方式中,工序ST2可以包括对第一膜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°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。

[0124] (工序ST3:形成第二膜)

[0125] 在工序ST3中,形成第二膜RM2。图11是表示在工序ST3中形成了第二膜RM2的基片W的截面结构之一例的图。如图11所示,第二膜RM2形成于第一膜RM1上。第二膜RM2是含金属抗蚀剂膜。在一个实施方式中,第二膜RM2包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属(以下也称为“第二金属”)。在一例中,第二膜RM2可以含有Sn。

[0126] 在一个实施方式中,第二膜RM2中所含的金属的种类与第一膜RM1相同。在一个实施方式中,第二膜RM2中所含的金属的种类与第一膜RM1不同。在一个实施方式中,第二膜RM2由二次电子发射系数比第一膜RM1低的材料构成。

[0127] 在一个实施方式中,第二膜RM1比第一膜RM1厚。例如,在第一膜RM1不是抗蚀剂膜的情况下(例如是金属氧化膜、金属膜的情况下),第二膜RM1可以比第一膜RM1厚。

[0128] 工序ST3中的第二膜RM2的形成,可以使用CVD法、ALD法等各种方法来执行。在一个

实施方式中,工序ST3中的第二膜RM2的形成能够使用与工序ST2中的第一膜RM1的形成同种的方法来执行。例如,在工序ST2和工序ST3中可以使用CVD法。例如,在工序ST2和工序ST3中也可以使用ALD法。

[0129] 在使用CVD法的情况下,在工序ST3中,包含含金属气体的第二处理气体经由气体喷嘴141被供给至处理腔室102内。在一个实施方式中,第二处理气体中所含的含金属气体包含第二金属。在一个实施方式中,第二处理气体包含氧化性气体。氧化性气体可以是选自 H_2O 气体、 H_2O_2 气体、 O_3 气体、 O_2 气体和 N_2O_2 气体中的至少1者。

[0130] 在一个实施方式中,第二处理气体中所含的含金属气体是有机金属化合物。在一个实施方式中,第二处理气体中所含的含金属气体包含上述的选自锡烷化合物、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。

[0131] 在使用ALD法的情况下,在工序ST3中,与工序ST2同样地,包含含金属前体的第三气体G3和包含氧化性气体的第四气体G4适当地隔着吹扫处理被交替地供给至基片W。在一个实施方式中,第三气体G3中所含的含金属前体包含第二金属。第四气体G4中所含的氧化性的气体可以是选自 H_2O 气体、 H_2O_2 气体、 O_3 气体、 O_2 气体和 N_2O_2 气体中的至少1者。

[0132] 在一个实施方式中,第三气体G3中所含的含金属前体是含金属有机前体。在一个实施方式中,第三气体G3中所含的含金属前体包含上述的选自锡烷化合物、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。

[0133] 在工序ST3中,基片支承部121的温度可以与工序ST2相同地被控制为第一温度,也可以被控制为与第一温度不同的第二温度。例如,第二温度可以比第一温度高,也可以比第一温度低。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。第二温度例如可以为 $0^{\circ}C$ 以上 $250^{\circ}C$ 以下、 $0^{\circ}C$ 以上 $150^{\circ}C$ 以下,在一例中是 $150^{\circ}C$ 。

[0134] 在一个实施方式中,工序ST3可以包括对第二膜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 $50^{\circ}C$ 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。

[0135] 基片W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,导致在第二膜RM2(含金属抗蚀剂膜)的厚度方向下方(靠近第一膜RM1的一侧)可能发生光子减少或衰减。关于这点,在本处理方法中,第二膜RM2形成在由包含EUV吸收截面积比基底膜UF高的元素的材料构成的第一膜RM1的上方。当第一膜RM1由包含EUV吸收截面积高的元素的材料构成时,在EUV曝光时,从第一膜RM1释放的二次电子能够补偿第二膜RM2的厚度方向下方的光子的衰减或减少。由此,本处理方法能够调节抗蚀剂膜(第二膜RM2)的曝光灵敏度。此外,在EUV曝光时,能够抑制在第二膜RM2的厚度方向下方发生曝光反应(例如膜的固化程度)减弱、进而产生显影耐受性的波动(偏差)。

[0136] 如上所述,在第一膜RM1为含金属抗蚀剂膜的情况下,第一膜RM1中的金属的组成比可以高于第二膜RM2中的金属的组成比。因为当金属的组成比提高时曝光灵敏度上升,所以即使在EUV曝光时到达第一膜RM1的光子比第二膜RM2减少或衰减,也能够抑制第一膜RM1的曝光灵敏度降低。由此,本处理方法能够调节抗蚀剂膜(第一膜RM1和第二膜RM2)的曝光灵敏度。此外,能够抑制在EUV曝光时第一膜RM1与第二膜RM2相比曝光反应(例如膜的固化

程度)减弱、进而产生显影耐受性的波动。

[0137] 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,来形成第一膜RM1和第二膜RM2(工序ST2和工序ST3)。

[0138] 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。此外,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ST2和/或工序ST3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,工序ST2和/或工序ST3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。

[0139] 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将成膜用的溶液涂布于基片W上,来形成第一膜RM1和第二膜RM2(工序ST2和工序ST3)。

[0140] 工序ST2使用的成膜用的溶液包含第一金属。在一个实施方式中,该溶液包含上述的选自锡烷化合物、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。

[0141] 工序ST3使用的成膜用的溶液包含第二金属。在一个实施方式中,该溶液包含上述的选自锡烷化合物、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。

[0142] 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°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。

[0143] 在一个实施方式中,本处理方法中的成膜处理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ST2中将第一膜RM1干法成膜,在工序ST3中将第二膜RM2湿法成膜。在该情况下,因为在工序ST3中进行湿法成膜的阶段中第一膜RM1已经形成,所以能够抑制用于形成第二膜RM2的溶液(抗蚀剂液)渗入基底膜UF。此外,例如也可以在工序ST2中将第一膜RM1湿法成膜,在工序ST3中将第二膜RM2干法成膜。

[0144] 在一个实施方式中,本处理方法中的第一膜RM1的成膜处理也可以使用PVD装置来进行。例如可以是,在第一膜RM1为金属膜、金属氧化膜的情况下,通过使用PVD装置在基底膜UF上对该金属进行真空蒸镀、溅射等来形成第一膜。

[0145] 在一个实施方式中,本处理方法包括在工序ST3后对基片W进行EUV曝光的工序。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。

[0146] 图12是表示经过EUV曝光后的基片W的截面结构之一例的图。如图12所示,在第二膜RM2中形成了被曝光的第一区域EX1和未被曝光的第二区域EX2。如上所述,在进行EUV曝光时,从第一膜RM1释放的二次电子能够补偿第二膜RM2的厚度方向下方的光子的衰减或减少。由此,第二膜RM2的第一区域EX1的曝光反应(例如膜的固化程度)在厚度方向上能够被

均匀化。

[0147] 图13是表示经过EUV曝光后的基片W的截面结构之另一例的图。图13是第一膜RM1为含金属抗蚀剂膜的情况。如图13所示,在第一膜RM1和第二膜RM2形成了被曝光的第一区域EX1和未被曝光的第二区域EX2。在一个实施方式中,第一膜RM1的金属的组成比高于第二膜RM2中的金属的组成比。在该情况下,即使在EUV曝光时到达第一膜RM1的光子比第二膜RM2减少或衰减,也能够抑制第一膜RM1的曝光灵敏度降低。由此,第一膜RM1的第一区域EX1和第二膜RM2的第一区域EX1的曝光反应(例如膜的固化程度)能够被均匀化。

[0148] 在一个实施方式中,本处理方法还包括在曝光后对基片W进行显影,从第二膜RM2有选择地除去第一区域或第二区域的工序。在第一膜RM1为含金属抗蚀剂膜的情况下,第一膜RM1也可以一起被显影。在一个实施方式中,显影处理通过使用显影液的湿法工艺(以下也称为“湿法显影”)来进行。在一个实施方式中,显影处理通过使用显影气体的干法工艺(以下也称为“干法显影”)来进行。在一个实施方式中,显影处理也可以通过湿法显影和干法显影这两者来进行。例如,在第一膜RM1为含金属抗蚀剂膜的情况下,可以对第二膜RM2进行湿法显影,对第一膜RM1进行干法显影。

[0149] 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(BCl_3)、有机酸(例如羧酸、醇)、 β -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(HCOOH)、乙酸(CH_3COOH)、三氯乙酸(CCl_3COOH)、一氟乙酸(CFH_2COOH)、二氟乙酸(CF_2FCOOH)、三氟乙酸(CF_3COOH)、氯-二氟乙酸(CClF_2COOH)、含硫乙酸、硫代乙酸(CH_3COSH)、巯基乙酸(HSCH_2COOH)、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 β -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(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。

[0150] 图14是表示显影后的基片W的截面结构之一例的图。图14是对图12所示的曝光后的基片W进行显影,从第二膜RM2有选择地除去第二区域后的情况的例子。如图14所示,在第二膜RM2形成了开口OP。开口OP由第二膜RM2的第一区域EX1的侧面规定。开口OP是由该侧面包围的、第一膜RM1上的空间。在俯视基片W时,开口OP具有与第一区域EX1对应的形状(结果上是与EUV曝光中使用的曝光掩模图案对应的形状)。该形状例如可以是圆、椭圆、矩形、线或由它们中的1种以上组合而得到的形状。在第二膜RM2可以形成多个开口OP。多个开口OP可以分别具有线形状,以一定的间隔排列而构成Line & Space(线和空间)图案。此外,多个开口OP也可以呈格子状地排列,构成Pillar(柱)图案。

[0151] 在一个实施方式中,本处理方法可以还包括在第二膜RM2的显影后,以第二膜RM2为掩模对第一膜RM1进行蚀刻的工序。由此,能够基于开口OP的形状在第一膜RM1形成凹部。此外,在对第一膜RM1进行蚀刻的工序中,也可以将基底膜UF的一部分蚀刻。

[0152] 第一膜RM1的蚀刻可以通过湿法工艺进行,也可以通过干法工艺进行,也可以通过湿法工艺和干法工艺这两者来进行。在通过干法工艺进行第一膜RM1的蚀刻的情况下,作为

蚀刻气体,能够将上述的显影气体用作蚀刻气体。第一膜RM1的蚀刻可以在与前述显影工序相同的腔室内进行,也可以在不同的腔室内进行。

[0153] 此外,在一个实施方式中,第一膜RM1和第二膜RM2各自的膜中所含的金属的种类、组成比不同。因此,在第二膜RM2的显影或第一膜RM1的蚀刻中,可能在第一膜RM1与第二膜RM2的边界区域沿水平方向被削去而产生凹陷等。因此,在进行第二膜RM2的显影和/或第一膜RM1的蚀刻时,可以一边保护第二膜RM2和/或第一膜RM1的侧壁,一边进行这些工序。例如,在通过干法工艺进行第二膜RM2的显影和第一膜RM1的蚀刻的情况下,可以在上述的显影气体或蚀刻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,能够在第二膜RM2和/或第一膜RM1的侧壁形成钝化层,能够抑制这些膜沿水平方向被削去。

[0154] 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 O_2 、 CO_2 、 CO 、 COS 、 SO_2 和 H_2O 中的至少1种。在作为保护气体添加含氧气体的情况下,能够在第二膜RM2和/或第一膜RM1的侧壁形成含Sn-O键的层。

[0155] 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,例如能够使用选自炔、氟炔和氢氟炔中的至少1种。作为含硅的气体,例如能够使用 $SiCl_4$ 。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,能够在第二膜RM2和/或第一膜RM1的侧壁形成碳和/或硅保护层。

[0156] 图15是表示显影后的基片W的截面结构之另一例的图。图15是对图13所示的曝光后的基片W进行显影,从第一膜RM1和第二膜RM2有选择地除去第二区域后的情况下的例子。如图15所示,在第一膜RM1和第二膜RM2形成了开口OP。开口OP由第一膜RM1和第二膜RM2的第一区域EX1的侧面规定。开口OP是由该侧面包围的、基底膜UF上的空间。在俯视基片W时,开口OP具有与第一区域EX1对应的形状(结果上是与EUV曝光中使用的曝光掩模图案对应的形状)。该形状例如可以是圆、椭圆、矩形、线或将它们中的1种以上组合而得到的形状。在第二膜RM2可以形成多个开口OP。多个开口OP可以分别具有线形形状,以一定的间隔排列而构成Line & Space(线和空间)图案。此外,多个开口OP也可以呈格子状地排列,构成Pillar(柱)图案。

[0157] 在一个实施方式中,本处理方法可以还包括在显影后对基底膜UF进行蚀刻的工序。在一个实施方式中,以第一膜RM1和第二膜RM2为掩模对基底膜UF进行蚀刻。由此,能够在基底膜UF对没有被第一膜RM1和第二膜RM2覆盖的部分(在第一膜RM1和第二膜RM2的开口OP露出的部分)在深度方向上进行蚀刻。

[0158] 基底膜UF的蚀刻例如可以由等离子体处理系统(参照图2和图3)进行。在该情况下,首先,从等离子体处理装置1的喷头13向腔室10内供给处理气体。处理气体包含用于生成对基底膜UF进行蚀刻所需的活性种的气体。

[0159] 接着,从RF电源31向上部电极和/或下部电极供给1个或多个RF信号。由此,能够在等离子体处理空间10s内从处理气体生成等离子体。此外,也可以向基片支承部11的下部电极供给偏置信号。通过将偏置RF信号供给至下部电极,在基片W产生偏置电位,能够将所形成的等离子体中的离子成分吸引至基片W。由此,能够促进基底膜UF的蚀刻。其中,基底膜UF的蚀刻方法没有特别限定。

[0160] <基片处理系统的结构例>

[0161] 图16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。

[0162] 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)。

[0163] 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。

[0164] 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。

[0165] 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进行表面改性处理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。

[0166] 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)。

[0167] 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)。

[0168] 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。

[0169] 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。

[0170] 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。

[0171] 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。

[0172] 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。

[0173] 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。

[0174] 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。

[0175] 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。

[0176] 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。

[0177] 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。

[0178] 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。

[0179] 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。

[0180] <基片处理方法之一例>

[0181] 图17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。

[0182] 方法MT可以使用图16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。

[0183] (工序ST100:预处理)

[0184] 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。

[0185] (工序ST200:形成抗蚀剂膜)

[0186] 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上形成第一膜RM1并在此基础上形成由含金属抗蚀剂膜构成的第二膜RM2。其中,第一膜RM1可以是也可以不是含金属抗蚀剂膜。

[0187] 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。

[0188] (工序ST300:PAB)

[0189] 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(边缘抗试剂除去):EBR)。

[0190] (工序ST400:EUV曝光)

[0191] 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)进行EUV曝光。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2的膜厚小。

[0192] (工序ST500:PEB)

[0193] 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。

[0194] (工序ST600:测量)

[0195] 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”)。

[0196] 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。

[0197] (工序ST700:显影)

[0198] 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,从抗蚀剂膜的表面和/或基底膜UF的表面除去残渣(descum)或使表面光滑(smoothing)。

[0199] (工序ST800:PB)

[0200] 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N₂或O₂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。

[0201] (工序ST900:蚀刻)

[0202] 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。

[0203] 本发明的实施方式还包括以下的方式。

[0204] (附注1)

[0205] 一种基片处理方法,包括:

[0206] 工序(a),提供具有基底膜的基片;

[0207] 工序(b),在所述基底膜上形成第一膜,其中,所述第一膜由包含EUV吸收截面积比所述基底膜高的元素的材料构成;和

[0208] 工序(c),在所述第一膜上形成第二膜,其中,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜。

[0209] (附注2)

[0210] 如附注1所述的基片处理方法,其中,所述第一膜包含选自Sn、At、Bi、Ti、Pb、Xe、I、Te、Sb、Hg、Au、Cd、In、Ge和Ag中的至少1种金属。

[0211] (附注3)

[0212] 如附注1或2所述的基片处理方法,其中,所述第一膜包含Sn。

[0213] (附注4)

[0214] 如附注2或3所述的基片处理方法,其中,所述第一膜中的金属的组成比高于所述第二膜中的金属的组成比。

[0215] (附注5)

[0216] 如附注1~4中任一项所述的基片处理方法,其中,所述第一膜为含金属抗蚀剂膜。

[0217] (附注6)

[0218] 如附注1~5中任一项所述的基片处理方法,其中,在所述工序(b)中,所述第一膜使用干法工艺形成。

[0219] (附注7)

[0220] 如附注1~6中任一项所述的基片处理方法,其中,在所述工序(b)中,所述第一膜使用湿法工艺形成。

[0221] (附注8)

[0222] 如附注1~7中任一项所述的基片处理方法,其中,所述第二膜包含选自Sn、Hf和Ti中的至少1种金属。

[0223] (附注9)

[0224] 如附注1~8中任一项所述的基片处理方法,其中,所述第二膜包含Sn。

[0225] (附注10)

[0226] 如附注1~9中任一项所述的基片处理方法,其中,所述第二膜比所述第一膜厚。

[0227] (附注11)

[0228] 如附注1~10中任一项所述的基片处理方法,其中,在所述工序(c)中,所述第二膜使用干法工艺形成。

[0229] (附注12)

[0230] 如附注1~11中任一项所述的基片处理方法,其中,在所述工序(c)中,所述第二膜使用湿法工艺形成。

[0231] (附注13)

[0232] 如附注1~12中任一项所述的基片处理方法,还包括:

[0233] 工序(d),在所述工序(c)之后对所述基片进行曝光,在所述第二膜形成被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域。

[0234] (附注14)

[0235] 如附注13所述的基片处理方法,还包括:

[0236] 工序(e),在所述工序(d)之后对所述基片进行显影,从所述第二膜有选择地除去所述第二区域。

[0237] (附注15)

[0238] 如附注14所述的基片处理方法,还包括:

[0239] 工序(f1),在所述工序(e)之后,以所述第二膜为掩模对所述第一膜进行蚀刻。

[0240] (附注16)

[0241] 如附注15所述的基片处理方法,还包括:

[0242] 工序(f2),在所述工序(f1)之后,以所述第一膜和所述第二膜为掩模对所述基底膜进行蚀刻。

[0243] (附注17)

[0244] 如附注5所述的基片处理方法,还包括:

[0245] 工序(d),在所述工序(c)之后对所述基片进行曝光,在所述第一膜和所述第二膜形成被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域。

[0246] (附注18)

[0247] 如附注17所述的基片处理方法,还包括:

[0248] 工序(e),在所述工序(d)之后对所述基片进行显影,从所述第一膜和所述第二膜有选择地除去所述第二区域。

[0249] (附注19)

[0250] 如附注18所述的基片处理方法,还包括:

[0251] 工序(f),在所述工序(e)之后,以所述第一膜和所述第二膜为掩模对所述基底膜进行蚀刻。

[0252] (附注20)

[0253] 一种基片处理方法,其包括:

[0254] 工序(a),提供基片,其中,所述基片具有基底膜、所述基底膜上的第一膜和所述第一膜上的第二膜,所述第一膜的二次电子发射系数比所述基底膜高,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜,所述第一膜和所述第二膜包括被曝光的第一区域和未被曝光的第二区域;和

[0255] 工序(b),对所述基片进行显影,从所述第一膜和所述第二膜有选择地除去所述第二区域。

[0256] (附注21)

[0257] 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,

[0258] 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:

[0259] 控制(a),提供具有基底膜的基片;

[0260] 控制(b),在所述基底膜上形成第一膜,其中,所述第一膜由包含EUV吸收截面积比所述基底膜高的元素的材料构成;和

[0261] 控制(c),在所述第一膜上形成第二膜,其中,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜。

[0262] (附注22)

[0263] 一种器件制造方法,包括:

[0264] 工序(a),提供具有基底膜的基片;

[0265] 工序(b),在所述基底膜上形成第一膜,其中,所述第一膜由包含EUV吸收截面积比所述基底膜高的元素的材料构成;和

[0266] 工序(c),在所述第一膜上形成第二膜,其中,所述第二膜是含金属抗蚀剂膜。

[0267] (附注23)

[0268] 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:

[0269] 控制(a),提供具有基底膜的基片;

[0270] 控制(b),在所述基底膜上形成第一膜,其中,所述第一膜由包含EUV吸收截面积比所述基底膜高的元素的材料构成;和

[0271] 控制(c),在所述第一膜上形成第二膜,其中,所述第二膜为含金属抗蚀剂膜。

[0272] (附注24)

[0273] 一种存储介质,其保存有如附注23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置换为其他实施方式的对应的构成要素。

[0275] 附图标记说明

[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,RM1……第一膜,RM2……第二膜,UF……基底膜,W……基片。

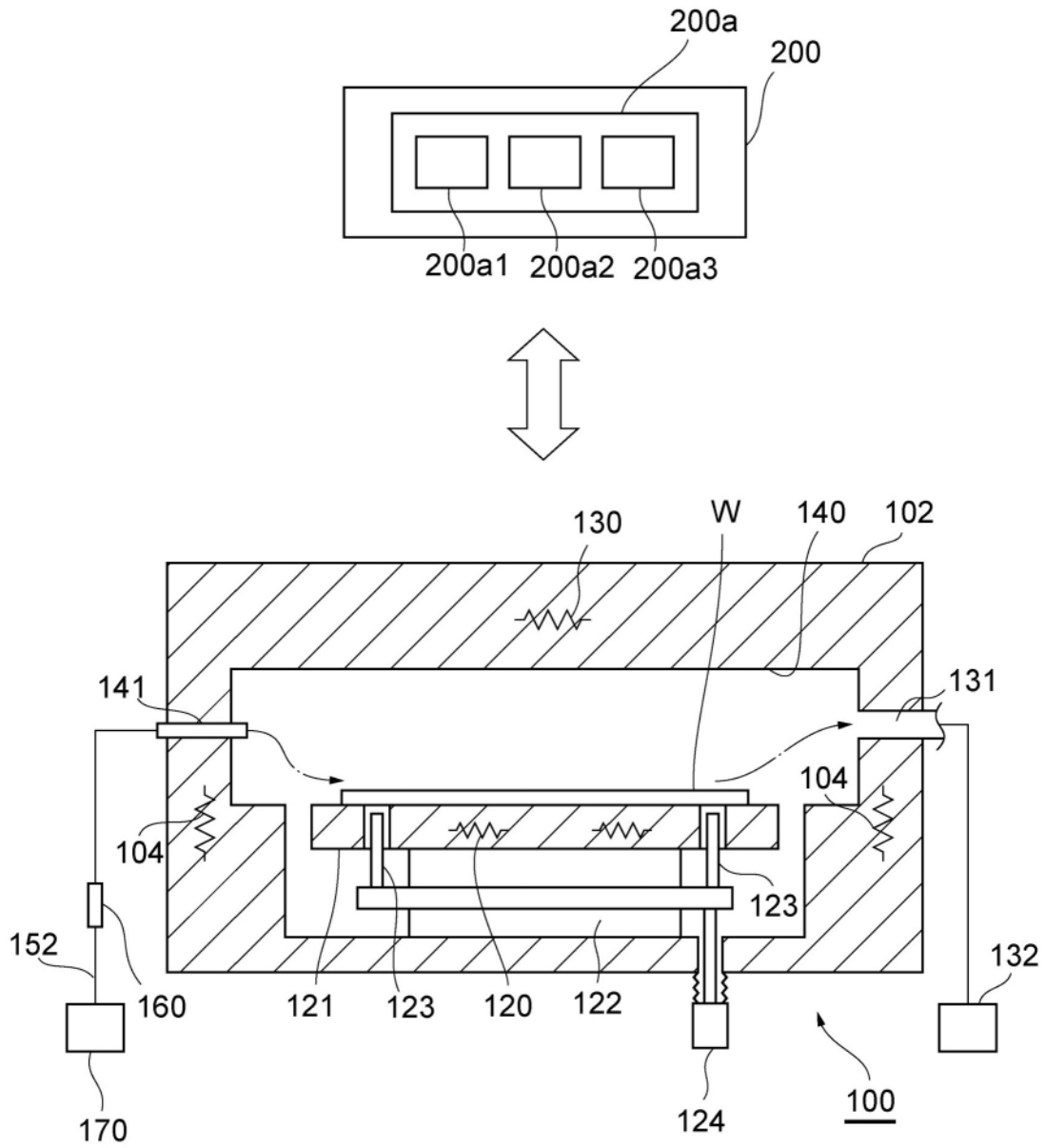


图1

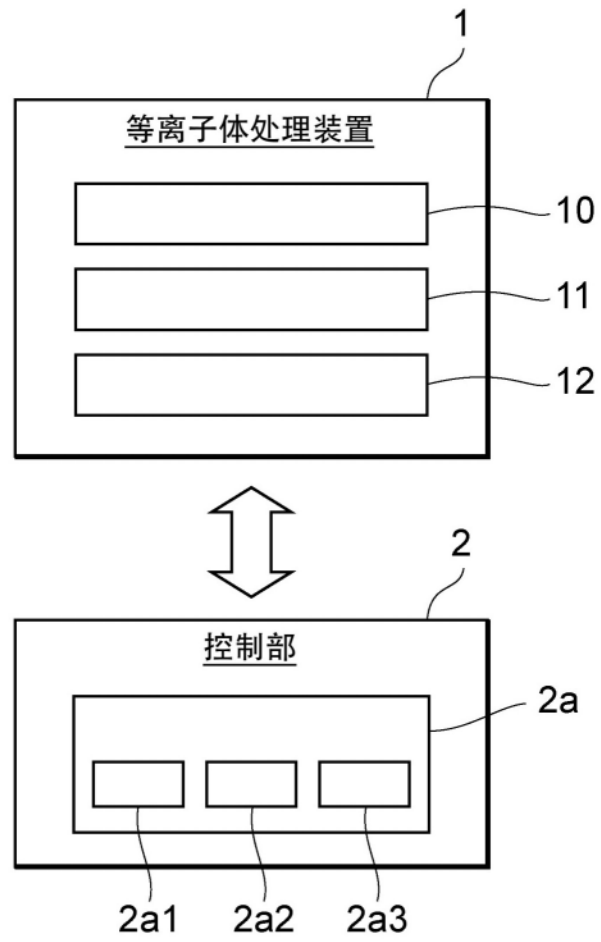


图2

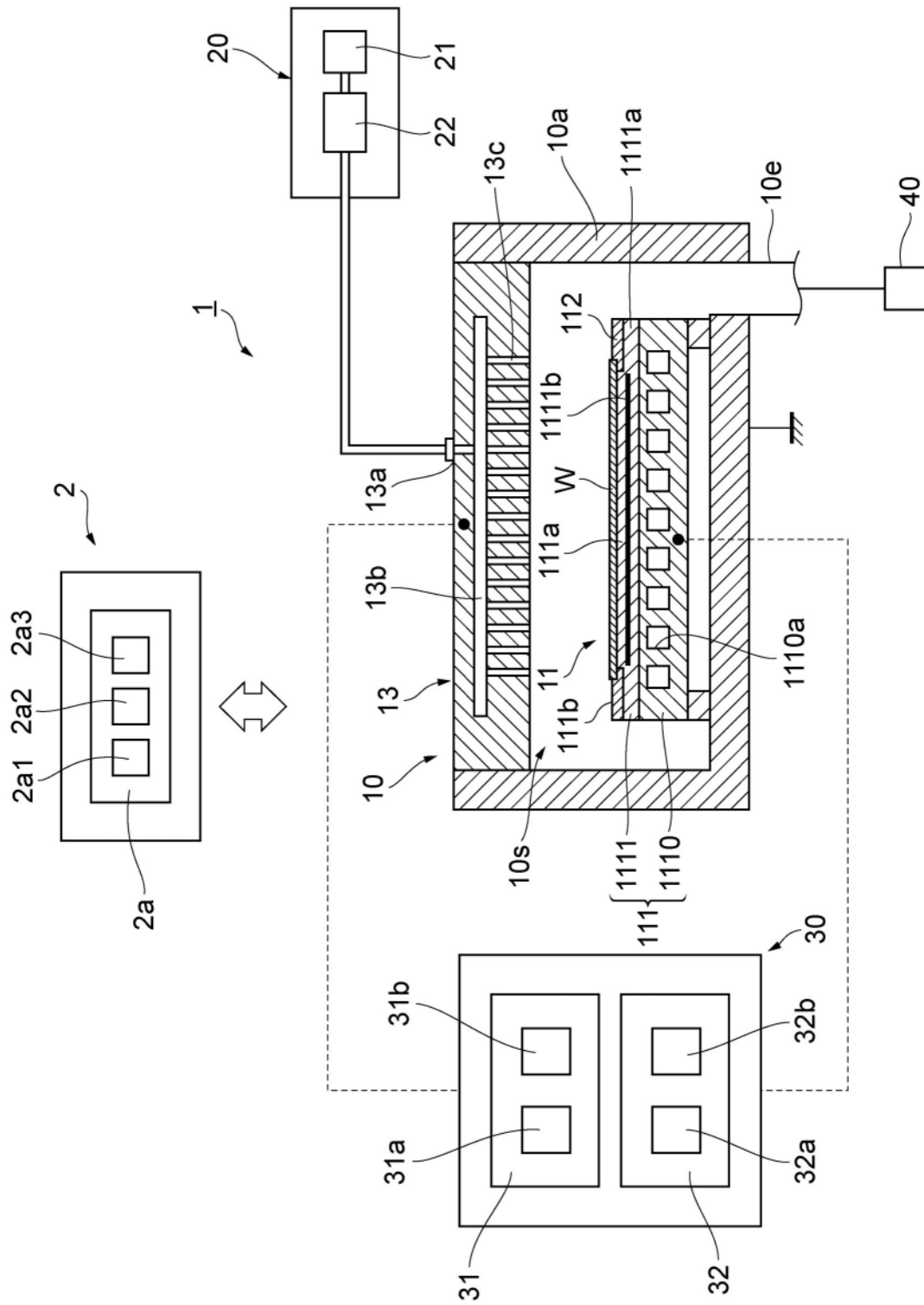


图3

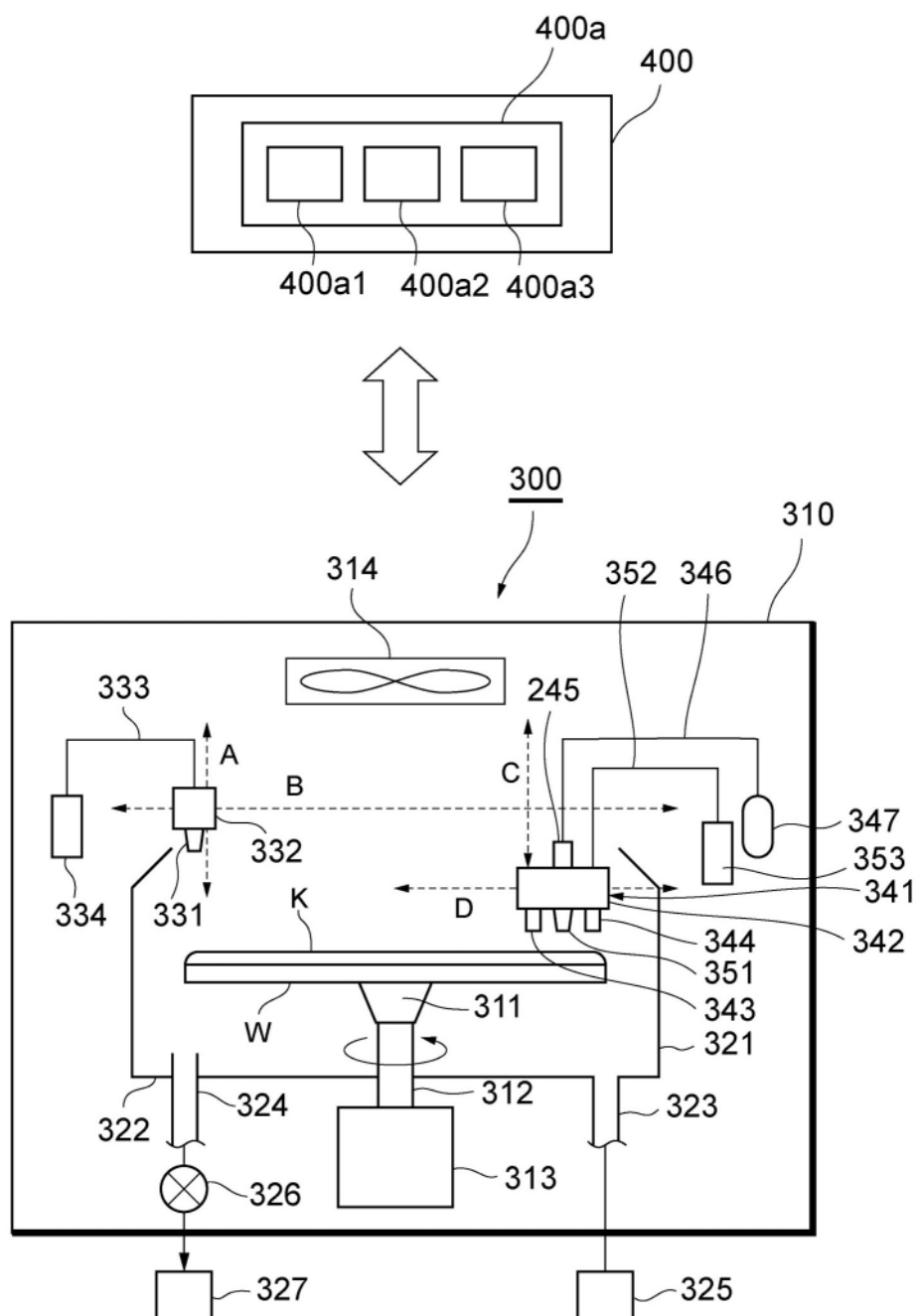


图4

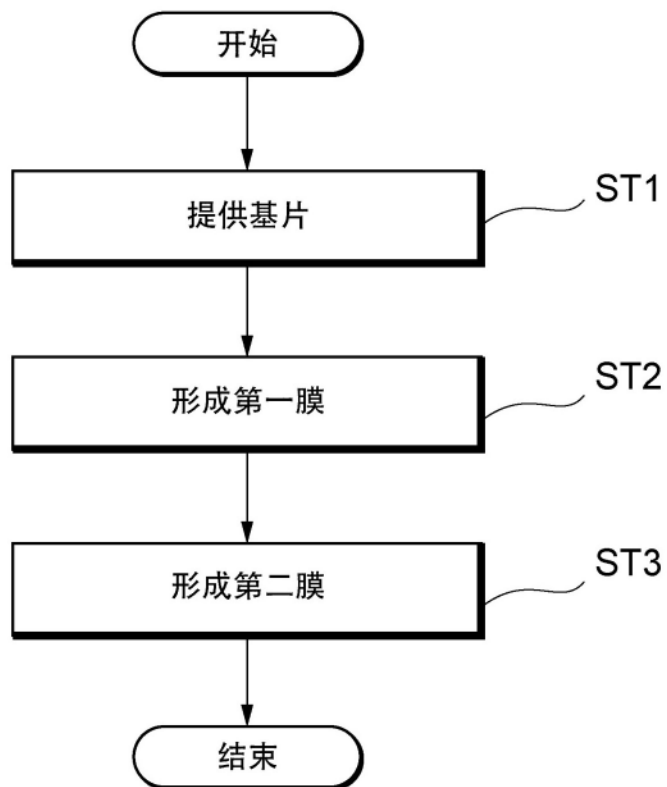


图5

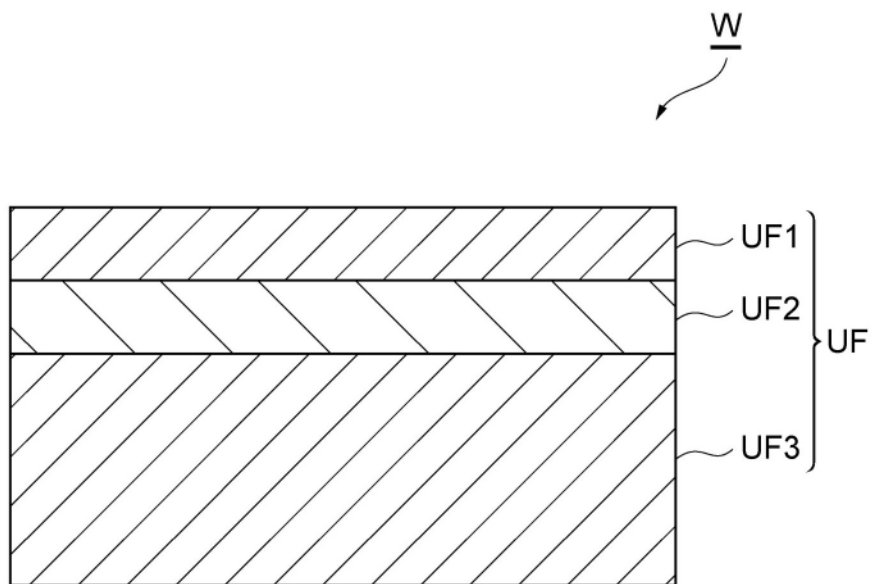


图6

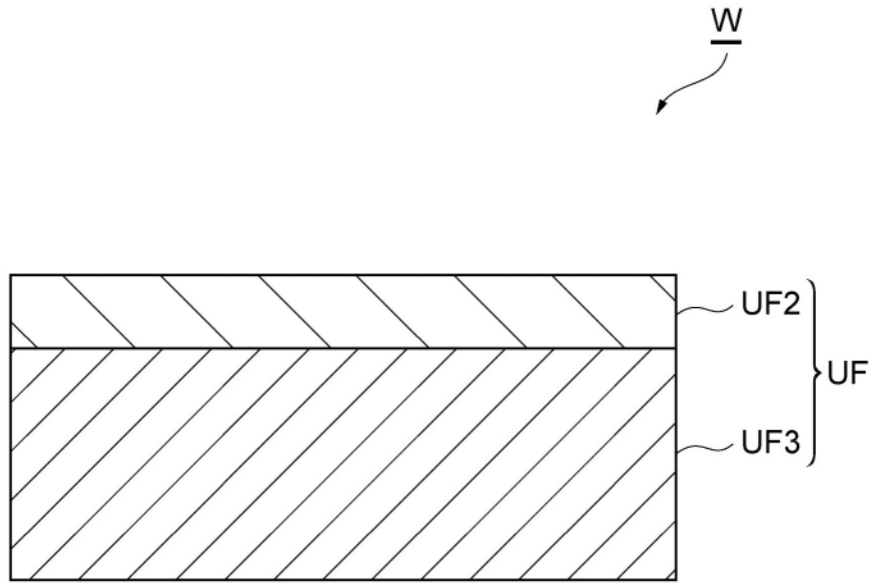


图7

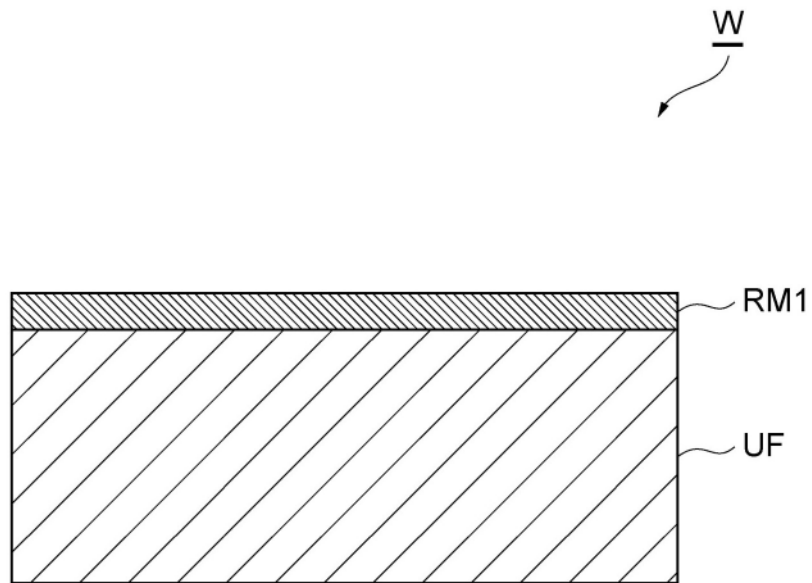


图8

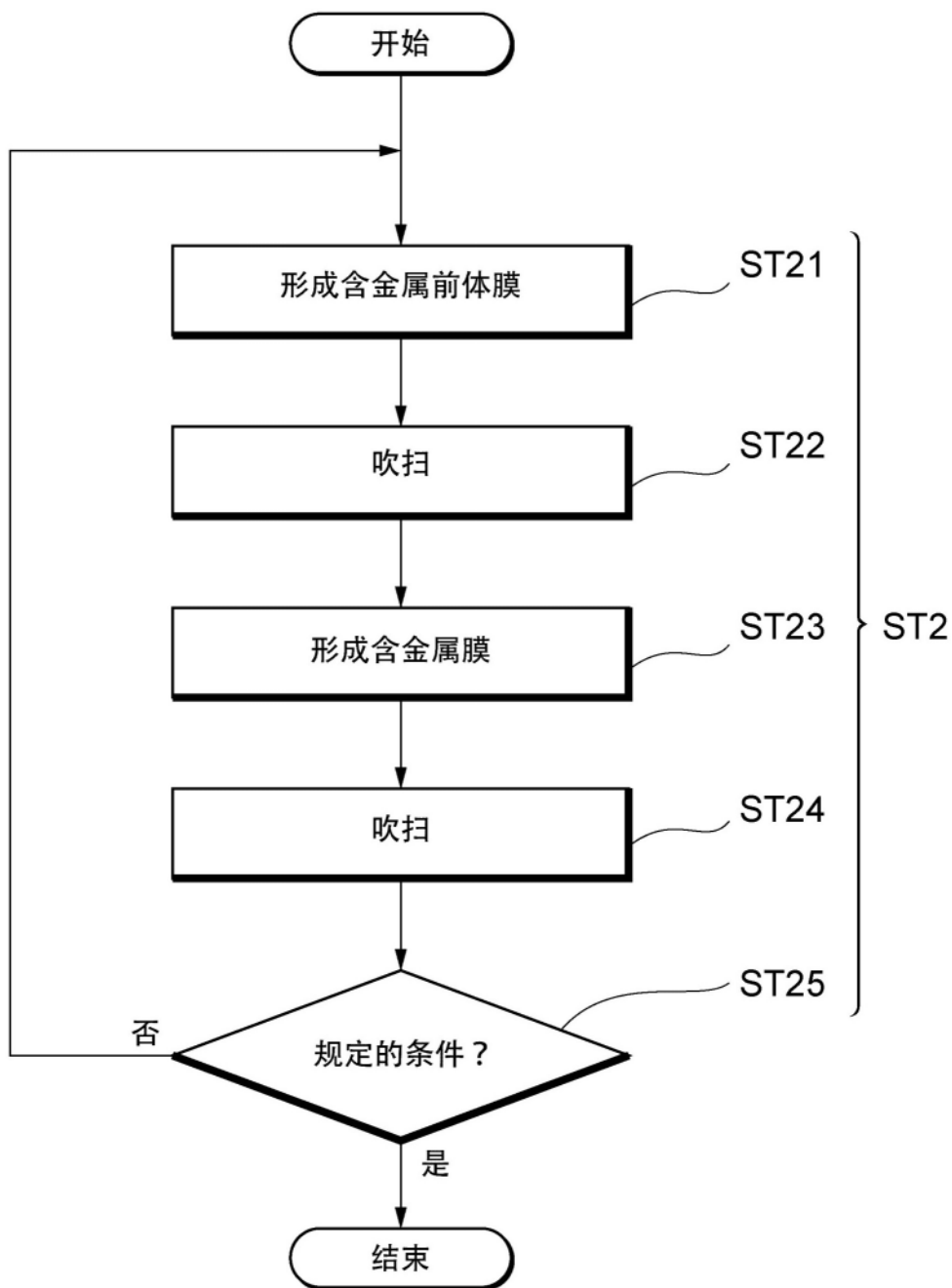


图9

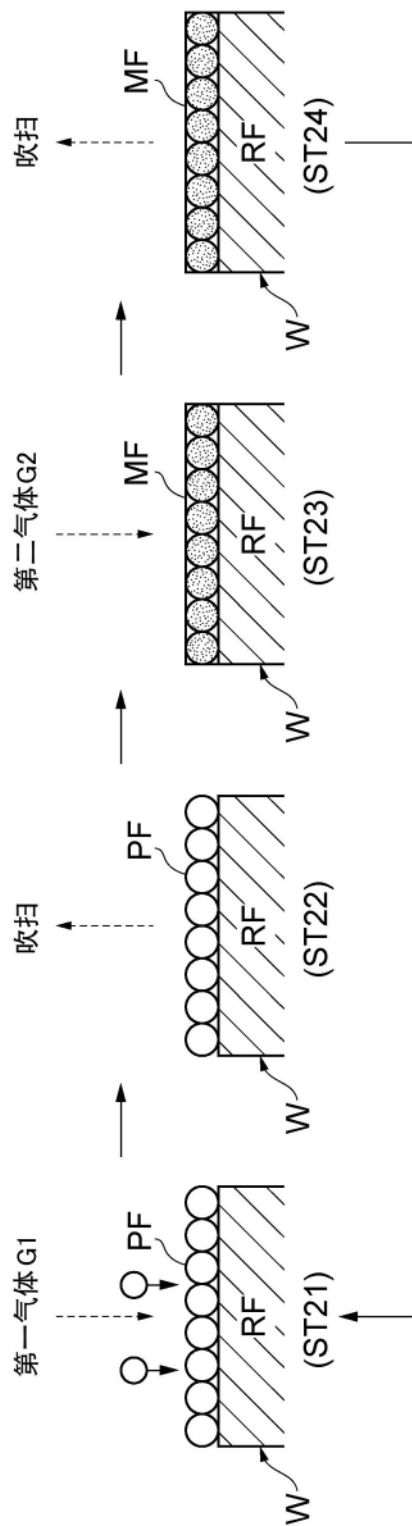


图10

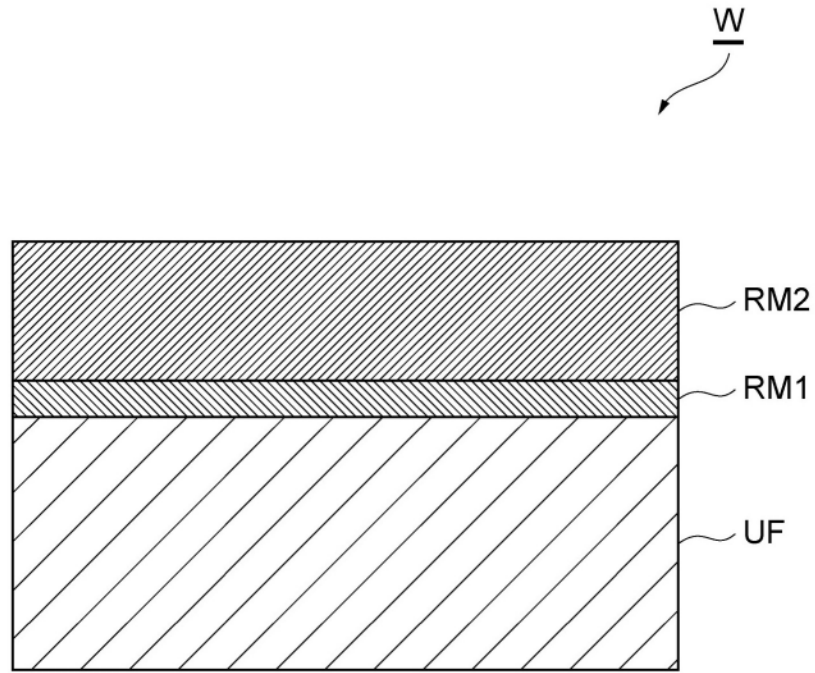


图11

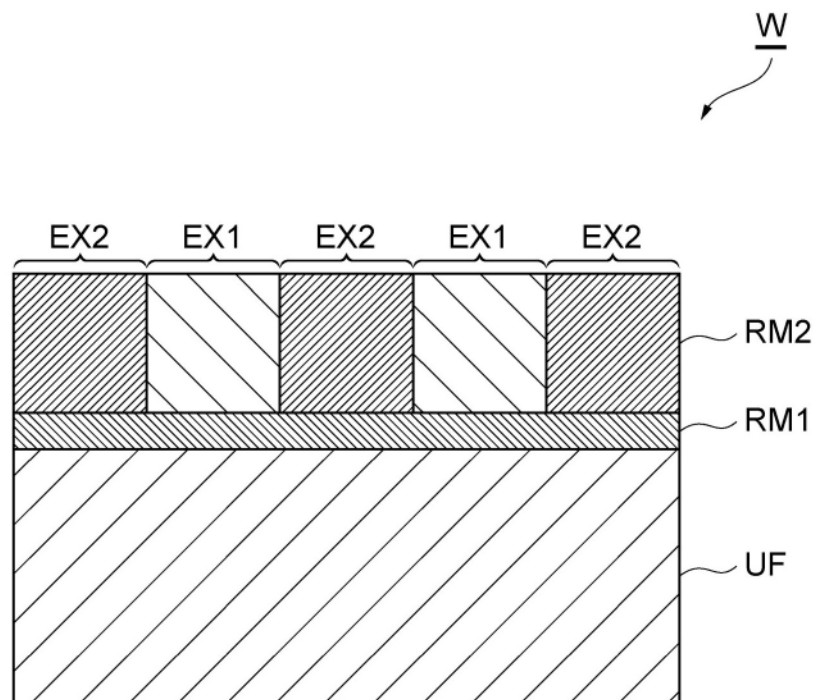


图12

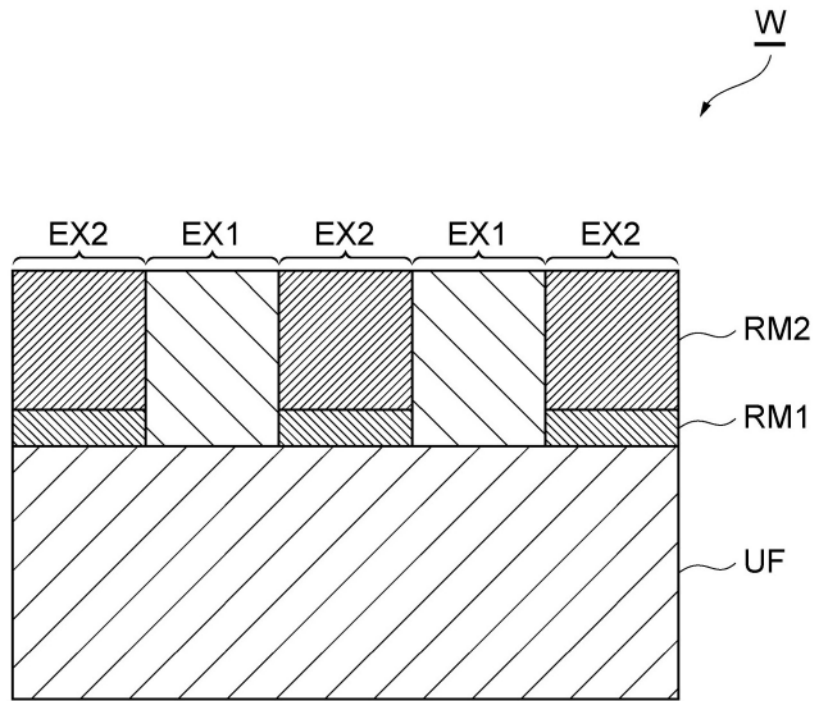


图13

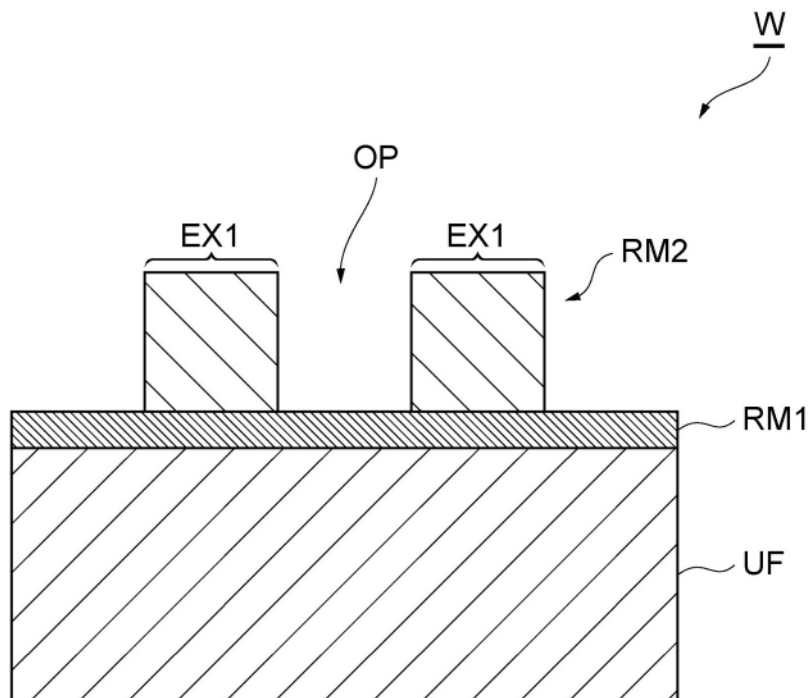


图14

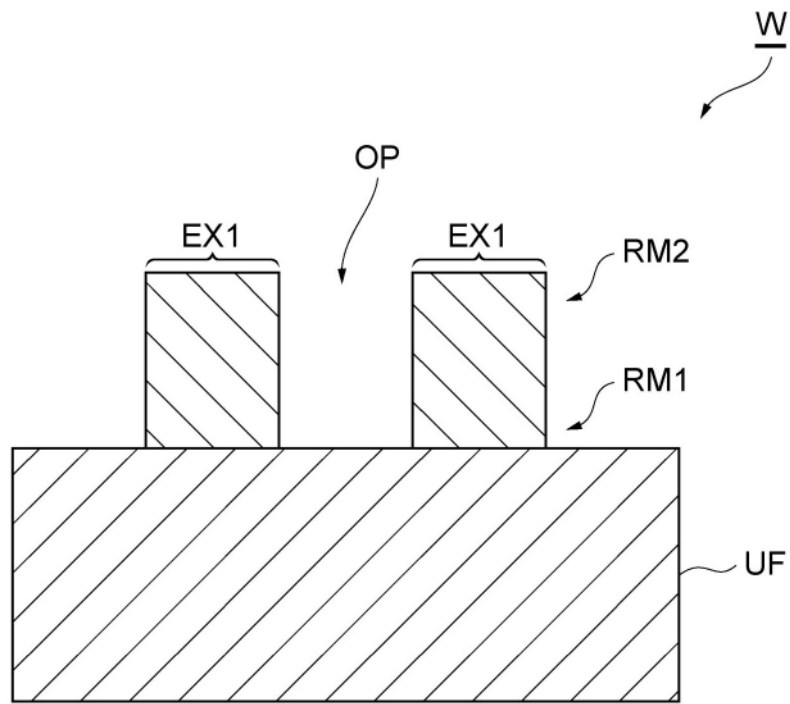


图15

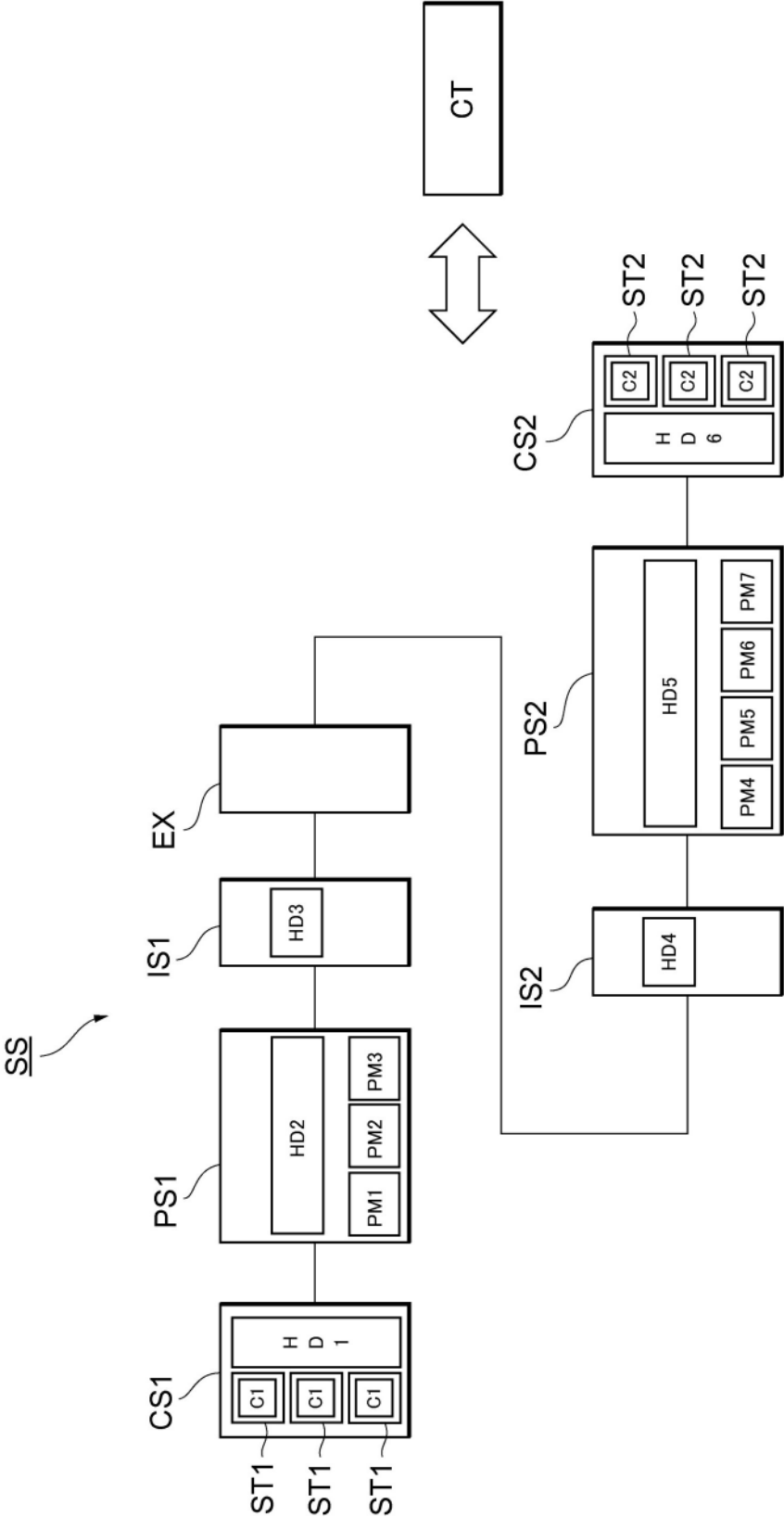


图16

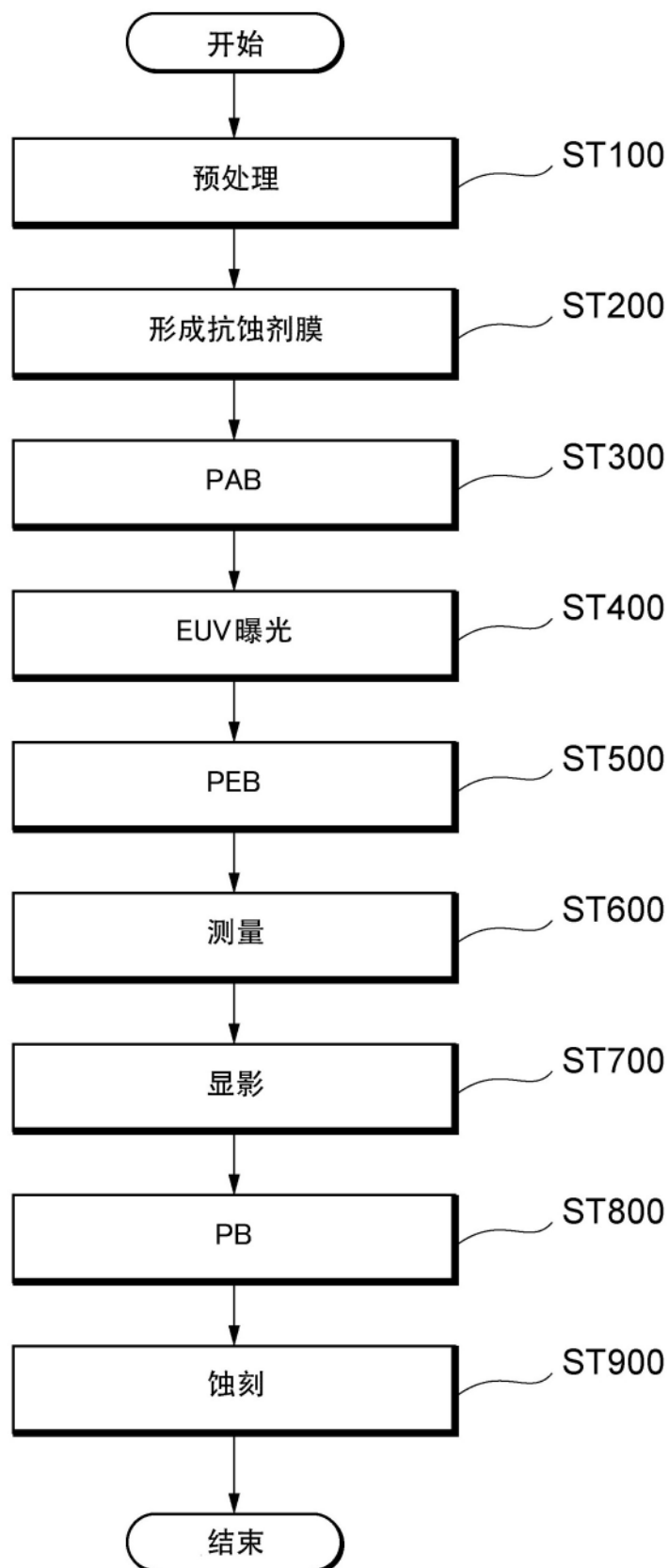


图17