(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115513044 A
(43)申请公布日 2022.12.23

(21)申请号 202210661189.3

(22)申请日 2022.06.13

(30)优先权数据
2021-103419 2021.06.22 JP
2022-092564 2022.06.07 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 米泽隆宏 熊仓翔

(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
专利代理师 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.
H01L 21/027(2006.01)
H01L 21/3065(2006.01)
H01L 21/67(2006.01)

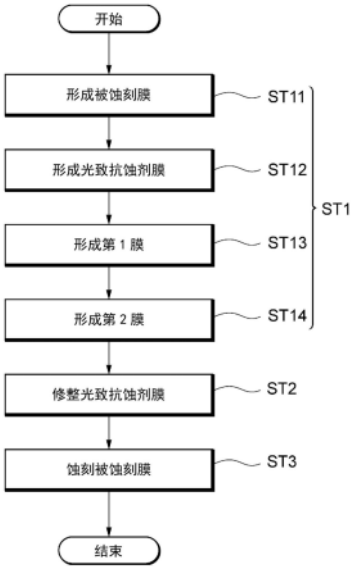
权利要求书3页 说明书16页 附图10页

(54)发明名称

等离子体处理方法、等离子体处理装置以及等离子体处理系统

(57)摘要

本发明提供能够控制开口的尺寸的等离子体处理方法、等离子体处理装置以及等离子体处理系统。本公开的等离子体处理方法包含以下工序:准备工序,准备具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜和(c)第1膜的基板,该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面,且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面,该第1膜至少包含第1部分和第2部分,所述第1部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的部分,所述第2部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的部分,所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚;以及修整工序,至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。



CN 115513044 A

1.一种等离子体处理方法,其中,

该等离子体处理方法包含:

准备工序,准备具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜和(c)第1膜的基板,该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面,且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面,该第1膜至少包含第1部分和第2部分,所述第1部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的部分,所述第2部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的部分,所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚;以及

修整工序,至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

2.根据权利要求1所述的等离子体处理方法,其中,

所述准备工序包含以下工序:在所述第1膜中的至少所述第1部分上形成第2膜。

3.根据权利要求1所述的等离子体处理方法,其中,

所述准备工序包含以下工序:

准备具有所述被蚀刻膜和所述光致抗蚀剂膜的基板;

对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部进行修整;以及

在被修整了的所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜。

4.根据权利要求2所述的等离子体处理方法,其中,

该等离子体处理方法还包含:蚀刻工序,在所述修整工序之后,将所述光致抗蚀剂膜、所述第1膜以及所述第2膜作为掩膜,对所述被蚀刻膜进行蚀刻。

5.根据权利要求1所述的等离子体处理方法,其中,

所述光致抗蚀剂膜的所述侧面具有凹陷的部分和自所述侧面向所述开口伸出的部分中的至少一者。

6.根据权利要求5所述的等离子体处理方法,其中,

所述伸出的部分自所述光致抗蚀剂膜的所述侧面遍及到所述被蚀刻膜的所述上表面。

7.根据权利要求2所述的等离子体处理方法,其中,

所述第1膜为有机膜,所述第2膜为无机膜。

8.根据权利要求1～7中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

所述光致抗蚀剂膜为含Sn膜。

9.根据权利要求7所述的等离子体处理方法,其中,

所述无机膜为含金属膜或含Si膜。

10.根据权利要求9所述的等离子体处理方法,其中,

所述含金属膜为含Sn膜。

11.根据权利要求9所述的等离子体处理方法,其中,

所述含金属膜为含W膜、含Ti膜或含Al膜。

12.根据权利要求7所述的等离子体处理方法,其中,

所述无机膜为含有硼、磷或硫的非金属无机膜。

13.根据权利要求2、4以及7中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

所述修整工序使用由规定的处理气体生成的等离子体来执行,

所述第1膜相对于所述生成的等离子体的蚀刻速率大于所述第2膜相对于所述生成的

等离子体的蚀刻速率。

14.根据权利要求13所述的等离子体处理方法,其中,

所述规定的处理气体包含含氧气体和含卤素气体。

15.根据权利要求2、4以及7中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

所述第1膜和所述第2膜利用等离子体CVD形成。

16.根据权利要求15所述的等离子体处理方法,其中,

所述第1膜使用由含有含碳气体的气体生成的等离子体来形成,

所述第2膜使用由含有含Si气体的气体生成的等离子体来形成。

17.根据权利要求16所述的等离子体处理方法,其中,

所述含碳气体为C_xH_y、$C_tH_uF_v$、CO或CO_2,其中,x、y为1以上的整数,t、v为1以上的整数,u为0以上的整数。

18.根据权利要求2、4、7以及9～12中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

所述第1膜的所述第1部分的膜厚厚于所述光致抗蚀剂膜的膜厚以及所述第2膜的膜厚。

19.根据权利要求4所述的等离子体处理方法,其中,

所述蚀刻工序对所述被蚀刻膜和所述第2膜进行蚀刻。

20.根据权利要求19所述的等离子体处理方法,其中,

所述被蚀刻膜为含Si膜,所述第2膜为含Si膜。

21.根据权利要求4、19或20所述的等离子体处理方法,其中,

所述修整工序和所述蚀刻工序在同一腔室内执行。

22.根据权利要求1～21中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

所述修整工序还包含以下工序:

测量由所述修整工序中被蚀刻了的所述侧面在所述被蚀刻膜上规定出的开口的尺寸;

基于所述测量的尺寸,在所述修整工序中被蚀刻了的所述侧面上形成第3膜;以及

对所述第3膜的局部进行蚀刻。

23.根据权利要求22所述的等离子体处理方法,其中,

所述第3膜包含有机膜。

24.根据权利要求23所述的等离子体处理方法,其中,

所述第3膜为包含所述有机膜和形成于所述有机膜上的无机膜的层叠膜。

25.根据权利要求22～24中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

所述修整工序包含以下工序:重复进行测量所述开口的尺寸的工序、形成所述第3膜的工序以及对所述第3膜的局部进行蚀刻的工序。

26.一种等离子体处理装置,其中,

该等离子体处理装置包括等离子体处理腔室、向所述等离子体处理腔室供给处理气体的气体供给部、供给用于在所述等离子体处理腔室内生成等离子体的电力的电源以及控制部,

所述控制部执行以下控制:

配置具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜、(c)第1膜和(d)第2膜的基板,该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面,且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开

口的侧面，该第1膜至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分，且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚，该第2膜形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上，

至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

27.一种等离子体处理系统，其包括具有第1腔室的第1等离子体处理装置和具有第2腔室的第2等离子体处理装置，其中，

所述第1等离子体处理装置构成为，在所述第1腔室内配置具有(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂膜的基板，在所述第1腔室内，形成(c)第1膜，形成(d)第2膜，该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面，且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分，且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚，该第2膜形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上，

所述第2等离子体处理装置构成为，至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

28.一种等离子体处理方法，其中，

该等离子体处理方法包含以下工序：

准备(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂膜，该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面，且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面；

求得所述光致抗蚀剂膜的膜厚相对于所述开口的尺寸的比例；

在所述比例为1以上且小于2的情况下，在所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜；

在所述比例小于1的情况下，在所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜，另外，在所述第1膜上形成第2膜；以及

修整工序，至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部进行蚀刻，

所述第1膜(c)至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分，且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚，

所述第2膜(d)形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上。

等离子体处理方法、等离子体处理装置以及等离子体处理系统

技术领域

[0001] 本公开的例示的实施方式涉及等离子体处理方法、等离子体处理装置以及等离子体处理系统。

背景技术

[0002] 作为改善图案的控制性的技术，存在专利文献1所记载的对基板进行处理的方法和装置。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2020-126999号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 本公开提供能够控制开口的尺寸的等离子体处理方法、等离子体处理装置以及等离子体处理系统。

[0008] 用于解决问题的方案

[0009] 在本公开的一个例示的技术方案中，提供一种等离子体处理方法。等离子体处理方法包含：准备工序，准备具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜和(c)第1膜的基板，该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面，且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含第1部分和第2部分，所述第1部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的部分，所述第2部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的部分，所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚；以及修整工序，至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0010] 在本公开的一个例示的技术方案中，提供一种等离子体处理装置。等离子体处理装置包括等离子体处理腔室、向所述等离子体处理腔室供给处理气体的气体供给部、供给用于在所述等离子体处理腔室内生成等离子体的电力的电源以及控制部，所述控制部执行以下控制：配置具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜、(c)第1膜和(d)第2膜的基板，该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面，且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分，且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚，该第2膜形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上，至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0011] 在本公开的一个例示的技术方案中，提供一种等离子体处理系统。等离子体处理系统包括具有第1腔室的第1等离子体处理装置和具有第2腔室的第2等离子体处理装置，所述第1等离子体处理装置构成为，在所述第1腔室内配置具有(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂

膜的基板，在所述第1腔室内，形成(c)第1膜，形成(d)第2膜，该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面，且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分，且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚，该第2膜形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上，所述第2等离子体处理装置构成为，至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0012] 在本公开的一个例示的技术方案中，提供一种等离子体处理方法。等离子体处理方法包含以下工序：准备(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂膜，该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面，且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面；求得所述光致抗蚀剂膜的膜厚相对于所述开口的尺寸的比例；在所述比例为1以上且小于2的情况下，在所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜；在所述比例小于1的情况下，在所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜，另外，在所述第1膜上形成第2膜；以及修整工序，至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部进行蚀刻，所述第1膜(c)至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分，且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚，所述第2膜(d)形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上。

[0013] 发明的效果

[0014] 根据本公开的一个例示的实施方式，能够提供能够控制开口的尺寸的等离子体处理方法、等离子体处理装置以及等离子体处理系统。

附图说明

[0015] 图1是概略地表示一个例示的实施方式的等离子体处理装置1的图。

[0016] 图2是概略地表示一个例示的实施方式的基板处理系统PS的图。

[0017] 图3是表示本处理方法的一个例子的流程图。

[0018] 图4A是表示基板W的一个例子的图。

[0019] 图4B是表示基板W的一个例子的图。

[0020] 图5A是按照本处理方法的流程示意性地表示基板W的截面构造的一个例子的图。

[0021] 图5B是按照本处理方法的流程示意性地表示基板W的截面构造的一个例子的图。

[0022] 图5C是按照本处理方法的流程示意性地表示基板W的截面构造的一个例子的图。

[0023] 图5D是按照本处理方法的流程示意性地表示基板W的截面构造的一个例子的图。

[0024] 图5E是按照本处理方法的流程示意性地表示基板W的截面构造的一个例子的图。

[0025] 图6是表示本处理方法的变形例的流程图。

[0026] 图7是表示本处理方法的变形例的流程图。

[0027] 图8是表示本处理方法的变形例的流程图。

[0028] 图9是表示本处理方法的变形例的流程图。

具体实施方式

[0029] 以下，对本公开的各实施方式进行说明。

[0030] 在一个例示的实施方式中，提供一种等离子体处理方法。等离子体处理方法包含：准备工序，准备具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜和(c)第1膜的基板，该光致抗蚀剂膜形

成于被蚀刻膜的上表面，且具有在被蚀刻膜的上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含第1部分和第2部分，所述第1部分是形成于光致抗蚀剂膜的上表面的部分，所述第2部分是形成于光致抗蚀剂膜的侧面的部分，第1部分的膜厚厚于第2部分的膜厚；以及修整工序，至少对光致抗蚀剂膜的侧面的至少局部和第1膜的第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0031] 在一个例示的实施方式中，准备工序包含以下工序：在第1膜中的至少第1部分上形成第2膜。

[0032] 在一个例示的实施方式中，该等离子体处理方法包含：蚀刻工序，在修整工序之后，将光致抗蚀剂膜、第1膜以及第2膜作为掩膜，对被蚀刻膜进行蚀刻。

[0033] 在一个例示的实施方式中，光致抗蚀剂膜的侧面具有凹陷的部分和自侧面向开口伸出的部分中的至少一者。

[0034] 在一个例示的实施方式中，伸出的部分自光致抗蚀剂膜的侧面遍及到被蚀刻膜的上表面。

[0035] 在一个例示的实施方式中，第1膜为有机膜，第2膜为无机膜。

[0036] 在一个例示的实施方式中，光致抗蚀剂膜为含Sn膜。

[0037] 在一个例示的实施方式中，无机膜为含金属膜或含Si膜。

[0038] 在一个例示的实施方式中，含金属膜为含Sn膜。

[0039] 在一个例示的实施方式中，含金属膜为含W膜、含Ti膜或含Al膜。

[0040] 在一个例示的实施方式中，无机膜为含有硼、磷或硫的非金属无机膜。

[0041] 在一个例示的实施方式中，修整工序使用由规定的处理气体生成的等离子体来执行，第1膜相对于所生成的等离子体的蚀刻速率大于第2膜相对于所生成的等离子体的蚀刻速率。

[0042] 在一个例示的实施方式中，规定的处理气体包含含氧气体和含卤素气体。

[0043] 在一个例示的实施方式中，第1膜和第2膜利用等离子体CVD形成。

[0044] 在一个例示的实施方式中，第1膜使用由含有含碳气体的气体生成的等离子体来形成，第2膜使用由含有含Si气体的气体生成的等离子体来形成。

[0045] 在一个例示的实施方式中，含碳气体为C_xH_y(x、y为1以上的整数)、$C_tH_uF_v$(t、v为1以上的整数，u为0以上的整数)、CO或CO_2。

[0046] 在一个例示的实施方式中，第1膜的第1部分的膜厚厚于光致抗蚀剂膜的膜厚以及第2膜的膜厚。

[0047] 在一个例示的实施方式中，蚀刻工序对被蚀刻膜和第2膜进行蚀刻。

[0048] 在一个例示的实施方式中，被蚀刻膜为含Si膜，第2膜为含Si膜。

[0049] 在一个例示的实施方式中，修整工序和蚀刻工序在同一腔室内执行。

[0050] 在一个例示的实施方式中，修整工序还包含以下工序：测量由修整工序中被蚀刻了的侧面在被蚀刻膜上规定出的开口的尺寸；基于测量到的尺寸，在修整工序中被蚀刻了的侧面上形成第3膜；以及对第3膜的局部进行蚀刻。

[0051] 在一个例示的实施方式中，第3膜包含有机膜。

[0052] 在一个例示的实施方式中，第3膜为包含有机膜和形成于有机膜上的无机膜的层叠膜。

[0053] 在一个例示的实施方式中，修整工序包含以下工序：重复进行测量开口的尺寸的

工序、形成第3膜的工序以及对第3膜的局部进行蚀刻的工序。

[0054] 在一个例示的实施方式中，提供一种等离子体处理装置。该等离子体处理装置包括等离子体处理腔室、向等离子体处理腔室供给处理气体的气体供给部、供给用于在等离子体处理腔室内生成等离子体的电力的电源以及控制部，控制部执行以下控制：配置具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜、(c)第1膜和(d)第2膜的基板，该光致抗蚀剂膜形成于被蚀刻膜的上表面，且具有在被蚀刻膜的上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含形成于光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于光致抗蚀剂膜的侧面的第2部分，且第1部分的膜厚厚于第2部分的膜厚，该第2膜形成于第1膜中的至少第1部分上，至少对光致抗蚀剂膜的侧面的至少局部和第1膜的第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0055] 在一个例示的实施方式中，提供一种等离子体处理系统。等离子体处理系统包括具有第1腔室的第1等离子体处理装置和具有第2腔室的第2等离子体处理装置，第1等离子体处理装置构成为，在第1腔室内配置具有(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂膜的基板，在第1腔室内，形成(c)第1膜，形成(d)第2膜，该光致抗蚀剂膜形成于被蚀刻膜的上表面，且具有在被蚀刻膜的上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含形成于光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于光致抗蚀剂膜的侧面的第2部分，且第1部分的膜厚厚于第2部分的膜厚，该第2膜形成于第1膜中的至少第1部分上，第2等离子体处理装置构成为，至少对光致抗蚀剂膜的侧面的至少局部和第1膜的第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0056] 在一个例示的实施方式中，提供一种等离子体处理方法。等离子体处理方法包含以下工序：准备(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂膜，该光致抗蚀剂膜形成于被蚀刻膜的上表面，且具有在被蚀刻膜的上表面规定出至少一个开口的侧面；求得光致抗蚀剂膜的膜厚相对于开口的尺寸的比例；在比例为1以上且小于2的情况下，在光致抗蚀剂膜上形成第1膜；在比例小于1的情况下，在光致抗蚀剂膜上形成第1膜，另外，在第1膜上形成第2膜；以及修整工序，至少对光致抗蚀剂膜的侧面的至少局部进行蚀刻，第1膜(c)至少包含形成于光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于光致抗蚀剂膜的侧面的第2部分，且第1部分的膜厚厚于第2部分的膜厚，第2膜(d)形成于第1膜中的至少第1部分上。

[0057] 以下，参照附图详细地说明本公开的各实施方式。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，并省略重复的说明。在没有特别地预先说明的情况下，基于附图所示的位置关系来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，另外，实际的比例并不限定于图示的比例。

[0058] ＜等离子体处理装置1的结构＞

[0059] 图1是概略地表示一个例示的实施方式的等离子体处理装置1的图。一个例示的实施方式的等离子体处理方法(以下称作“本处理方法”)可以使用等离子体处理装置1来执行。

[0060] 等离子体处理装置1是电感耦合型等离子体处理装置。等离子体处理装置1包含等离子体处理腔室10、气体供给部20、电源30以及排气系统40。等离子体处理腔室10包含电介质窗101。另外，等离子体处理装置1包含基板支承部11、气体导入部以及天线14。基板支承部11配置于等离子体处理腔室10内。天线14配置于等离子体处理腔室10上或其上方(即电介质窗101上或其上方)。等离子体处理腔室10具有由电介质窗101、等离子体处理腔室10的侧壁102以及基板支承部11规定而成的等离子体处理空间10s。另外，等离子体处理腔室10

具有用于向等离子体处理空间供给至少一种处理气体的至少一个气体供给口和用于自等离子体处理空间将气体排出的至少一个气体排出口。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。基板支承部11配置于等离子体处理空间内，具有用于支承基板的基板支承面。

[0061] 基板支承部11包含主体部111和环组件112。主体部111具有用于支承基板(晶圆)W的中央区域(基板支承面)111a和用于支承环组件112的环状区域(环支承面)111b。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。基板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上的基板W的方式配置于主体部111的环状区域111b上。在一实施方式中，主体部111包含基台和静电卡盘。基台包含导电性构件。基台的导电性构件作为下部电极发挥功能。静电卡盘配置于基台之上。静电卡盘的上表面具有基板支承面111a。环组件112包含一个或多个环状构件。一个或多个环状构件中的至少一个环状构件是边缘环。另外，虽省略了图示，但基板支承部11也可以包含调温模块，该调温模块构成为将静电卡盘、环组件112以及基板中的至少一者调节为目标温度。调温模块也可以包含加热器、传热介质、流路或它们的组合。在流路中流动有盐水、气体这样的传热流体。另外，基板支承部11也可以包含传热气体供给部，该传热气体供给部构成为向基板W的背面与基板支承面111a之间供给传热气体。

[0062] 气体导入部构成为将来自气体供给部20的至少一种处理气体向等离子体处理空间10s内导入。在一实施方式中，气体导入部包含中央气体注入部(CGI:Center Gas Injector)13。中央气体注入部13配置于基板支承部11的上方，并安装于在电介质窗101形成的中央开口部。中央气体注入部13具有至少一个气体供给口13a、至少一个气体流路13b以及至少一个气体导入口13c。供给到气体供给口13a的处理气体通过气体流路13b自气体导入口13c向等离子体处理空间10s内导入。此外，气体导入部也可以在包含中央气体注入部13的基础上或者代替中央气体注入部13而包含一个或多个侧面气体注入部(SGI:Side Gas Injector)，该一个或多个侧面气体注入部安装于在侧壁102形成的一个或多个开口部。

[0063] 气体供给部20也可以包含至少一个气体源21和至少一个流量控制器22。在一实施方式中，气体供给部20构成为将至少一种处理气体自分别对应的气体源21借助分别对应的流量控制器22向气体导入部13供给。各流量控制器22例如也可以包含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也可以包含对至少一种处理气体的流量进行调制或使其脉冲化的至少一个流量调制设备。

[0064] 电源30包含借助至少一个阻抗匹配电路而与等离子体处理腔室10耦合的RF电源31。RF电源31构成为将源RF信号和偏置RF信号这样的至少一个RF信号(RF电力)向基板支承部11的导电性构件和天线14供给。由此，由供给到等离子体处理空间10s的至少一种处理气体形成等离子体。因而，RF电源31能够作为等离子体生成部的至少局部发挥功能。另外，通过将偏置RF信号向基板支承部11的导电性构件供给，从而在基板W产生偏置电位，能够将所形成的等离子体中的离子向基板W引入。

[0065] 在一实施方式中，RF电源31包含第1RF生成部31a和第2RF生成部31b。第1RF生成部31a借助至少一个阻抗匹配电路而与天线14耦合，构成为生成等离子体生成用的源RF信号(源RF电力)。在一实施方式中，源RF信号具有13MHz～150MHz的范围内的频率。在一实施方

式中，第1RF生成部31a也可以构成为生成具有不同的频率的多个源RF信号。所生成的一个或多个源RF信号向天线14供给。第2RF生成部31b借助至少一个阻抗匹配电路而与基板支承部11的导电性构件耦合，构成为生成偏置RF信号(偏置RF电力)。在一实施方式中，偏置RF信号具有比源RF信号的频率低的频率。在一实施方式中，偏置RF信号具有400kHz～13.56MHz的范围内的频率。在一实施方式中，第2RF生成部31b也可以构成为生成具有不同的频率的多个偏置RF信号。所生成的一个或多个偏置RF信号向基板支承部11的导电性构件供给。另外，在各种实施方式中，也可以使源RF信号和偏置RF信号中的至少一者脉冲化。

[0066] 另外，电源30也可以包含与等离子体处理腔室10耦合的DC电源32。DC电源32包含偏置DC生成部32a。在一实施方式中，偏置DC生成部32a与基板支承部11的导电性构件连接，构成为生成偏置DC信号。所生成的偏置DC信号施加于基板支承部11的导电性构件。在一实施方式中，偏置DC信号也可以施加于静电卡盘内的电极这样的其他电极。在各种实施方式中，也可以使偏置DC信号脉冲化。此外，偏置DC生成部32a既可以在设置RF电源31的基础上设置，也可以代替第2RF生成部31b而设置。

[0067] 天线14包含一个或多个线圈。在一实施方式中，天线14也可以包含配置于同轴上的外侧线圈和内侧线圈。在该情况下，RF电源31既可以与外侧线圈和内侧线圈这两者连接，也可以与外侧线圈和内侧线圈中的任一者连接。在前者的情况下，既可以是同一RF生成部与外侧线圈和内侧线圈这两者连接，也可以是单独的RF生成部与外侧线圈和内侧线圈分别连接。

[0068] 排气系统40例如能够与设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也可以包含压力调整阀和真空泵。利用压力调整阀，调整等离子体处理空间10s内的压力。真空泵也可以包含涡轮分子泵、干泵或它们的组合。

[0069] 控制部50对使等离子体处理装置1执行本公开中叙述的各种工序的可由计算机执行的命令进行处理。控制部50能够构成为控制等离子体处理装置1的各要素，以使其执行在此叙述的各种工序。在一实施方式中，控制部50的局部或全部也可以包含于等离子体处理装置1。控制部50例如也可以包含计算机50a。计算机50a例如也可以包含处理部(CPU：Central Processing Unit、中央处理器)50a1、存储部50a2以及通信接口50a3。处理部50a1能够构成为基于存储于存储部50a2的程序来进行各种控制动作。存储部50a2也可以包含RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)、HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)、SSD(Solid State Drive:固态驱动器)或它们的组合。通信接口50a3也可以借助LAN(Local Area Network:局域网)等通信线路而在与等离子体处理装置1之间通信。

[0070] ＜基板处理系统PS的结构＞

[0071] 图2是概略地表示一个例示的实施方式的基板处理系统PS的图。本处理方法也可以使用基板处理系统PS来执行。

[0072] 基板处理系统PS具有基板处理室PM1～PM6(以下统称为“基板处理模块PM”)、输送模块TM、加载互锁模块LLM1、LLM2(以下统称为“加载互锁模块LLM”)、装载模块LM、装载口LP1～LP3(以下统称为“装载口LP”)。控制部CT控制基板处理系统PS的各结构，而对基板W执行规定的处理。

[0073] 基板处理模块PM在其内部对基板W执行蚀刻处理、修整处理、成膜处理、退火处理、

掺杂处理、光刻处理、清洗处理、灰化处理等处理。基板处理模块PM的局部可以是测量模块，也可以使用例如光学方法对形成于基板W上的膜的膜厚、形成于基板W上的图案的尺寸等进行测量。图1所示的等离子体处理装置1是基板处理模块PM的一个例子。

[0074] 输送模块TM具有输送基板W的输送装置，在基板处理模块PM之间或者基板处理模块PM与加载互锁模块LLM之间输送基板W。基板处理模块PM以及加载互锁模块LLM与输送模块TM相邻地配置。输送模块TM与基板处理模块PM以及加载互锁模块LLM利用能够开闭的闸阀在空间上隔离或连结。

[0075] 加载互锁模块LLM1和LLM2设于输送模块TM与装载模块LM之间。加载互锁模块LLM能够将其内部的压力切换为大气压或真空。加载互锁模块LLM将基板W自大气压的装载模块LM向真空的输送模块TM输送，另外，加载互锁模块LLM将基板W自真空的输送模块TM向大气压的装载模块LM输送。

[0076] 装载模块LM具有输送基板W的输送装置，在加载互锁模块LLM与装载口LP之间输送基板W。在装载口LP内的内部能够载置可收纳例如25张基板W的FOUP(Front Opening Unified Pod:前开式晶圆传送盒)或者空的FOUP。装载模块LM自装载口LP内的FOUP取出基板W，并向加载互锁模块LLM输送。另外，装载模块LM自加载互锁模块LLM取出基板W，并向装载口LP内的FOUP输送。

[0077] 控制部CT控制基板处理系统PS的各结构，而对基板W执行规定的处理。控制部CT存储有设定了处理的步骤、处理的条件、输送条件等的制程，按照该制程，控制基板处理系统PS的各结构，以对基板W执行规定的处理。控制部CT也可以兼具图1所示的等离子体处理装置1的控制部50的局部或全部的功能。

[0078] ＜本处理方法的一个例子＞

[0079] 图3是表示本处理方法的一个例子的流程图。如图3所示，本处理方法包含准备基板的工序(准备工序:工序ST1)、修整光致抗蚀剂膜的工序(修整工序:工序ST2)和蚀刻被蚀刻膜的工序(蚀刻工序:工序ST3)。此外，各工序可以由基板处理系统PS内的任意的基板处理模块PM来执行。另外，多个工序可以在一个基板处理模块PM内连续地执行。另外，也可以在工序ST1中提供形成有图案化了的抗蚀剂的基板。即，也可以在由基板处理系统PS内的一个以上的基板处理模块PM执行了工序ST11、ST12之后，由与该一个以上的基板处理模块不同的其他基板处理模块PM执行工序ST13、ST14。另外，也可以在基板处理系统PS的外部执行工序ST11和/或工序ST12。

[0080] 图4A和图4B是表示基板W的一个例子的图。图4A是基板W的俯视图。另外，图4B是基板W的AA’剖视图。图4A和图4B表示后述的准备工序的一部分中的基板W。基板W具有将底膜UF、被蚀刻膜EF以及光致抗蚀剂膜PR层叠而成的构造。在光致抗蚀剂膜PR形成有规定的图案。如图4A所示，本例的光致抗蚀剂膜PR在基板W的俯视时(沿图4B的自上向下的方向观察基板W的情况)具有多个开口OP以一定的间隔重复排列而成的图案。

[0081] 图5A～图5E是按照本处理方法的流程示意性地表示基板W的截面构造的一个例子的图。图5A表示在工序ST11和工序ST12中进行了处理之后的基板W的截面构造，图5B表示在工序ST13中进行了处理之后的基板W的截面构造，图5C表示在工序ST14中进行了处理之后的基板W的截面构造，图5D表示在工序ST2中进行了处理之后的基板W的截面构造，图5E表示在工序ST3中进行了处理之后的基板W的截面构造。

[0082] 以下，参照各附图说明图3所示的本处理方法的一个例子。各工序中的处理可以在基板处理系统PS的基板处理模块PM(参照图2)中执行。各工序中的蚀刻处理可以在图1所示的等离子体处理装置1中执行。可以是，本处理方法的一个工序中的处理由基板处理模块PM中的一个模块执行，本处理方法的另一工序中的处理由基板处理模块PM中的另一模块执行。可以是，本处理方法的多个工序中的处理可以在基板处理模块PM中的一个模块连续地执行。

[0083] 在工序ST1中，准备基板W。工序ST1具有形成被蚀刻膜EF的工序(工序ST11)、形成光致抗蚀剂膜PR的工序(工序ST12)、形成第1膜TD1的工序(工序ST13)以及形成第2膜的工序(工序ST14)。

[0084] 在工序ST11中，在底膜UF上形成被蚀刻膜EF(图5A)。底膜UF例如是形成于硅晶圆上的(包含形成于硅晶圆的表面的情况和形成于在硅晶圆上形成的其他膜之上的情况这两者)旋涂碳膜(SOC)、无定形碳膜等有机膜。被蚀刻膜EF例如是氧化硅膜、氮化硅膜、SiARC、SiON等介电膜。底膜UF和/或被蚀刻膜EF可以利用CVD法、ALD法、旋涂法等形成。底膜UF和/或被蚀刻膜EF可以是平坦的膜，另外，也可以是具有凹凸的膜。

[0085] 在工序ST12中，在被蚀刻膜EF上形成光致抗蚀剂膜PR(参照图5A)。该光致抗蚀剂膜PR具有上表面TS、自上表面TS连续的侧面SS以及与被蚀刻膜EF接触的下表面。另外，光致抗蚀剂膜PR具有至少一个开口OP。开口OP由光致抗蚀剂膜PR的侧面SS规定。开口OP是被侧面SS包围的、被蚀刻膜EF上的空间。即，在图5A中，被蚀刻膜EF的上表面具有被光致抗蚀剂膜PR覆盖的部分和在开口OP的底面BS暴露的部分。

[0086] 光致抗蚀剂膜PR的侧面SS具有自该侧面SS向开口OP伸出的部分SC。部分SC例如是自光致抗蚀剂膜PR的侧面SS沿被蚀刻膜EF的上表面的至少局部延伸的、自该侧面SS伸出的部分。部分SC例如可以是在开口OP的底面BS的周围或周边存在的、光致抗蚀剂膜PR的膜渣。该膜渣例如是在光致抗蚀剂膜PR形成开口OP的处理(例如显影处理)中未完全去除的抗蚀剂的残留。另外，部分SC可以是在侧面SS中的自底面BS分离开的区域自侧面SS上朝向开口OP突出的突部。该突部是在侧面SS中比其周围或周边向开口OP伸出的部分。该突部可以是光致抗蚀剂膜PR的膜渣。此外，侧面SS可以具有凹陷、龟裂(包含线图案等图案的中断)等。

[0087] 开口OP在基板W的俯视时(沿图5A的自上向下的方向观察基板W的情况)可以具有任意的形状。该形状例如可以是圆、椭圆、矩形、线、将它们中的一种以上组合而成的形状。光致抗蚀剂膜PR也可以具有多个开口OP。也可以如图4A所示，多个开口OP分别具有孔形状，构成以一定的间隔排列而成的阵列图案。另外，也可以是，多个开口OP分别具有线形状，并以一定的间隔排列而构成线和空隙的图案。

[0088] 光致抗蚀剂膜PR、被蚀刻膜EF和底膜UF中的两个以上的层叠膜也可以作为多层抗蚀剂发挥功能。例如可以是，基板W在底膜UF之下还具有其他的膜，将光致抗蚀剂膜PR、被蚀刻膜EF以及底膜UF的层叠膜作为多层抗蚀剂，对该其他的膜进行蚀刻。多层抗蚀剂膜例如可以包含有机膜、其他的介电膜、无机膜。有机膜例如是旋涂碳膜(SOC)、无定形碳。介电膜例如是氧化硅膜、氮化硅膜、SiARC、SiON。光致抗蚀剂膜PR可以是含金属膜。含金属膜可以是含有从由锡(Sn)、铪(Hf)、铟(In)、钛(Ti)和锆(Zr)构成的组中选择的至少一种金属的膜，在一个例子中可以是含Sn膜。光致抗蚀剂膜PR既可以利用CVD法、MLD法或ALD法等气相沉积法形成，也可以利用旋涂法等液相沉积法形成。开口OP可以在光致抗蚀剂膜PR利用光

刻形成，另外，也可以对光致抗蚀剂膜PR进行蚀刻而形成。在一个例子中，首先，在被蚀刻膜EF上形成含有锡等金属的光致抗蚀剂膜。然后，使用曝光掩模，向该光致抗蚀剂膜选择性地照射光(例如EUV准分子激光等)，在该光致抗蚀剂膜对与曝光掩模对应的形状的图案进行曝光。在曝光前，也可以进行自光致抗蚀剂膜去除溶剂的曝光前烘烤，在曝光后，也可以进行使光致抗蚀剂膜固化的曝光后烘烤。然后，对曝光后的光致抗蚀剂膜进行显影。显影既可以通过利用热、等离子体等的干显影来进行，也可以通过利用显影液的湿显影来进行。例如，在利用等离子体进行显影的情况下，通过使曝光后的抗蚀膜暴露于由包含氟化氢等卤素化合物的气体生成的等离子体来进行，根据以上，可以形成具有开口OP的光致抗蚀剂膜PR。

[0089] 在工序ST13中，形成第1膜TD1(参照图5B)。第1膜TD1形成为至少具有形成于光致抗蚀剂膜PR的上表面TS上的部分和形成于光致抗蚀剂膜PR的侧面SS上的部分。另外，第1膜TD1可以还形成于在开口OP的底面BS暴露的被蚀刻膜EF上。在第1膜TD1中，形成于上表面TS上的部分的膜厚可以厚于形成于侧面SS上的部分的膜厚以及形成于底面BS上的部分的膜厚。另外，第1膜TD1中的形成于侧面SS上的部分的表面的表面粗糙度(包含凹凸的数量、大小)可以小于光致抗蚀剂膜PR的侧面SS的表面粗糙度。

[0090] 另外，第1膜TD1中的形成于光致抗蚀剂膜PR的上表面TS上的部分在基板W的俯视时可以形成为自上表面TS向开口OP伸出。该部分例如在基板W的俯视时形成为与部分SC的局部或全部重叠。另外，该部分的表面可以是曲面，另外，可以是平面。

[0091] 第1膜TD1例如是有机膜。第1膜TD1例如利用使用了由处理气体生成的等离子体的PECVD来形成，该处理气体含有烃(C_xH_y)系的气体(x和y为正数)。该处理气体也可以是含有$C_tH_uF_v$系的气体(t和v为正数。u为0以上的数)。作为一个例子，处理气体可以是含有CH_3F、C_4F_6的气体。另外，处理气体也可以还含有N_2等非活性气体。通过调整成膜条件，从而第1膜TD1形成为上表面TS处的膜厚厚于侧面SS以及底面BS处的膜厚。此外，第1膜TD1例如也可以是含Si膜等无机膜。

[0092] 在工序ST14中，形成第2膜TD2(参照图5C)。第2膜TD2至少形成于第1膜TD1中的形成于上表面TS上的部分之上。第2膜TD2可以选择性地形成于第1膜TD1中的形成于上表面TS上的部分之上。另外，第2膜TD2也可以还形成于第1膜TD1中的形成于侧面SS和底面BS上的部分之上。该部分的表面可以是曲面，另外，可以是平面。

[0093] 第2膜TD2例如是含Si膜等无机膜。第2膜TD2利用使用了由含有Si的气体生成的等离子体的PECVD来形成。通过调整成膜条件，从而第2膜TD2选择性地形成于第1膜TD1中的形成于上表面TS上的部分之上。另外，作为一个例子，第2膜TD2也可以是含有硼、磷或硫等的非金属无机膜、或者含有锡、钨、钛或铝等的金属膜。

[0094] 在工序ST2中，修整光致抗蚀剂膜PR的部分SC(参照图5D)。部分SC的修整可以通过使用由一种以上的处理气体生成的等离子体对第1膜TD1的局部、第2膜TD2的局部以及光致抗蚀剂膜PR的部分SC进行各向异性蚀刻来进行。另外，第1膜TD1的局部和第2膜TD2的局部也可以进行各向异性蚀刻且进行各向同性蚀刻。该一种以上的处理气体是光致抗蚀剂膜PR和/或第1膜TD1相对于该等离子体的蚀刻速率大于第2膜TD2相对于该等离子体的蚀刻速率这样的一种以上的气体。例如，在第1膜TD1是有机膜、第2膜TD2是含Si膜的情况下，该一种以上的气体可以包含含氧气体和含卤素气体。

[0095] 此外，在工序ST2中，在对光致抗蚀剂膜PR进行了修整之后，也可以至少在光致抗蚀剂膜PR的侧壁SS上进一步形成规定的膜。然后，也可以对在侧壁SS上形成有该规定的膜的光致抗蚀剂膜PR进一步进行修整。由此，在第1膜TD1和/或第2膜TD2的厚度不足的情况下，也能够对光致抗蚀剂膜PR适当地进行修整。在一个例子中，可以是，在工序ST2中对光致抗蚀剂膜PR进行了修整之后，测量形成于光致抗蚀剂膜PR的开口OP的尺寸(直径)，基于测量到的尺寸，至少在光致抗蚀剂膜PR的侧壁SS上形成规定的膜。该规定的膜可以还形成于规定开口OP的第1膜TD1的侧壁和/或第2膜TD2的侧壁。另外，该规定的膜可以还形成于第2膜TD2的上表面。该规定的膜可以由与第1膜TD1相同的材料或与第2膜TD2相同的材料形成。另外，该规定的膜可以是由与第1膜TD1相同的材料形成的膜和由与第2膜TD2相同的材料形成的膜的层叠膜。该规定的膜的膜厚可以基于在光致抗蚀剂膜PR形成的开口OP的尺寸(直径)来设定。

[0096] 此外，开口OP的尺寸可以利用光学测量装置来测量。该测量装置可以是图2所示的基板处理模块PM中的一个。作为一个例子，在本处理方法将多个基板W(例如25张)作为一个单位(以下也称作“批次”)进行处理的情况下，可以针对批次所包含的每个基板测量开口OP的尺寸。另外，可以针对一个批次所包含的特定的基板测量开口OP的尺寸，并将该测量值作为该特定的基板和该一个批次所包含的其他基板的开口的尺寸。在一个批次所包含的多个基板中，成为测量对象的基板也可以是在该批次中(a)最初执行本处理方法的基板、(b)最后执行本处理方法的基板、或者(c)在最初和最后以外执行本处理方法的基板中的任一者。

[0097] 在工序ST3中，对被蚀刻膜EF进行蚀刻(参照图5E)。将光致抗蚀剂膜PR、第1膜TD1以及第2膜TD2作为掩膜，对被蚀刻膜EF进行各向异性蚀刻。即，被蚀刻膜EF自暴露于开口OP的底面BS的部分沿开口OP的深度方向进行各向异性蚀刻。

[0098] 可以利用相对于第1膜TD1和光致抗蚀剂膜PR而言选择性地蚀刻被蚀刻膜EF的方法来蚀刻被蚀刻膜EF。在被蚀刻膜EF是氧化硅膜、氮化硅膜、SiON等含Si膜的情况下，被蚀刻膜EF的蚀刻所使用的处理气体可以是碳氟化合物气体和/或氢氟碳化合物气体。

[0099] 接着，对本处理方法的实施例和参考例进行说明。本公开不受以下的实施例的任何限定。

[0100] ＜实施例＞

[0101] 实施例的基板W具有在SOC膜(底膜UF)、SiON膜(被蚀刻膜EF)以及光致抗蚀剂膜(光致抗蚀剂膜PR)的层叠构造之上依次层叠有机膜(第1膜TD1)和含Si膜(第2膜TD2)而成的构造(参照图5C)。光致抗蚀剂膜的开口图案与参考例同样为图4A所示的孔图案。

[0102] 在实施例中，利用使用了CH_4和Ar的混合气体的PECVD，形成了有机膜(第1膜TD1)。另外，利用使用了$SiCl_4$、H_2和Ar的混合气体的PECVD，形成了含Si膜(第2膜TD2)。然后，在有机膜和含Si膜的形成后，利用使用了O_2、HBr和Ar的混合气体的等离子体蚀刻，对有机膜的局部、含Si膜的局部以及光致抗蚀剂膜的局部进行了蚀刻。然后，将有机膜、含Si膜以及光致抗蚀剂膜作为掩膜，对SiON膜进行了蚀刻。此外，利用由CHF系气体、NF_3、N_2和Ar的混合气体生成的等离子体对SiON膜进行了蚀刻。

[0103] ＜参考例＞

[0104] 参考例的基板W与实施例相同，具有依次层叠SOC膜(底膜UF)、SiON膜(被蚀刻膜EF)以及光致抗蚀剂膜(光致抗蚀剂膜PR)而成的构造(参照图5A)。光致抗蚀剂膜的开口图

案为图4A所示的孔图案。在参考例中，在光致抗蚀剂膜形成了开口图案之后，将该光致抗蚀剂膜作为掩膜，对SiON膜进行了蚀刻。此外，利用由CHF系气体、NF_3、N_2和Ar的混合气体生成的等离子体对SiON膜进行了蚀刻。

[0105] 在表1中示出实施例和参考例的开口OP的CD(Critical Dimension:尺寸)和LCDU(Local Critical Dimension Uniformity:CD的3σ)的测量结果。此外，在表1中，“光致抗蚀剂膜”是形成于光致抗蚀剂膜的开口的测量结果。另外，“SiON膜”是形成于SiON膜的开口的测量结果。另外，CD是平均值。

[0106] 【表1】

[0107]

	光致抗蚀剂膜	参考例	实施例
		SiON膜	SiON膜
CD（nm）	23.00	19.60	22.90
LCDU（nm）	3.94	2.53	1.28
LCDU／CD	0.171	0.129	0.056

[0108] 如表1所示，实施例的测量结果比参考例的测量结果良好。即，首先，实施例的SiON膜的开口的LCDU比参考例的SiON膜的开口的LCDU大幅改善。也就是说，在实施例中，能够大幅改善SiON膜的开口的CD的均匀性。另外，在实施例中，SiON膜的CD接近光致抗蚀剂膜的CD。此外，参考例的SiON膜的CD成为比光致抗蚀剂膜的CD小很多的值，用CD除SiON膜的LCDU而得到的值也同样，在实施例中，相比于参考例可看到大幅的改善。

[0109] 在本处理方法中，在光致抗蚀剂膜PR上形成第1膜TD1，在第1膜TD1上进一步形成第2膜TD2。因此，能够选择性地去除或减少在光致抗蚀剂膜PR的规定开口的侧面SS存在的部分SC。另外，即使在光致抗蚀剂膜PR的规定开口的侧面SS存在凹陷、龟裂(包含线图案等图案的中断)等，也能够通过在光致抗蚀剂膜PR上形成第1膜TD1，从而填补或减少该凹陷等。由此，能够降低光致抗蚀剂膜PR的规定开口OP的侧面SS的表面粗糙度，因此，能够适当地控制该开口OP的尺寸或形状。而且，在本处理方法中，将该光致抗蚀剂膜PR(光致抗蚀剂膜PR以及第1膜TD1和/或第2膜TD2、光致抗蚀剂膜PR或者第1膜TD1和/或第2膜TD2)作为掩膜，对被蚀刻膜EF进行蚀刻，因此能够适当地控制在被蚀刻膜EF形成的开口的尺寸或形状。

[0110] 另外，在本处理方法中，选择性地在光致抗蚀剂膜PR上形成第1膜TD1和第2膜TD2。即，在本处理方法中，第1膜TD1和第2膜TD2以形成于光致抗蚀剂膜PR的上表面TS上的部分的膜厚厚于形成于侧面SS的部分的膜厚的方式形成。由此，即使在光致抗蚀剂膜PR的膜厚较薄的情况下，也能够在被蚀刻膜EF与蚀刻掩膜(光致抗蚀剂膜PR以及第1膜TD1和第2膜TD2)之间具有充分的选择比，来对被蚀刻膜EF进行蚀刻。

[0111] ＜本处理方法的变形例1＞

[0112] 图6是表示本处理方法的变形例的流程图。在本例子中，准备工序ST1还具有判断光致抗蚀剂膜PR的膜厚的工序ST121，在这方面与图3所示的例子不同。即，在本例子中，基于在工序ST12中形成的光致抗蚀剂膜PR的膜厚，使得准备工序ST1中的剩余的工序不同。

[0113] 在工序ST12中形成了光致抗蚀剂膜PR之后，在工序ST121中，测量形成于该光致抗蚀剂膜PR的开口OP的尺寸(作为一个例子，开口OP的直径)和该光致抗蚀剂膜PR的厚度。然后，计算光致抗蚀剂膜PR的膜厚相对于开口OP的尺寸的比例(以下也称作“纵横比”)。在纵横比为2以上的情况下，跳过工序ST13和工序ST14，结束准备工序ST1。然后，在工序ST2中，

对光致抗蚀剂膜PR的部分SC进行修整。该修整例如通过对光致抗蚀剂膜PR进行各向异性蚀刻来进行。

[0114] 在纵横比为1以上且小于2的情况下，与图3同样，在工序ST13中，在光致抗蚀剂膜PR上形成第1膜TD1。然后，跳过工序14，结束准备工序ST1。然后，在工序ST2中对光致抗蚀剂膜PR的部分SC进行修整。第1膜TD1的厚度可以基于被蚀刻膜EF的厚度、材料、被蚀刻膜EF的蚀刻所使用的处理气体的种类等任意地进行设定。

[0115] 在纵横比小于1的情况下，与图3相同，执行工序ST13和工序ST14，结束准备工序ST1。然后，与图3相同，在工序ST2中对光致抗蚀剂膜PR的部分SC进行修整。第1膜TD1的厚度可以基于被蚀刻膜EF的厚度、材料、被蚀刻膜EF的蚀刻所使用的处理气体的种类等任意地进行设定。第2膜TD2的厚度可以基于第1膜TD1的厚度、材料、被蚀刻膜EF的厚度、材料、被蚀刻膜EF的蚀刻所使用的处理气体的种类等任意地进行设定。

[0116] 此外，在工序ST121中，开口OP的尺寸和光致抗蚀剂膜PR的膜厚可以利用光学测量装置来测量。该测量装置可以是图2所示的基板处理模块PM中的一个。作为一个例子，在本处理方法将多个基板W(例如25张)作为一个单位(以下也称作“批次”)进行处理的情况下，可以针对批次所包含的每个基板测量开口OP的尺寸和/或光致抗蚀剂膜PR的膜厚。另外，在工序ST121中，可以针对一个批次所包含的特定的基板测量开口OP的尺寸和/或光致抗蚀剂膜PR的膜厚，并将由该测量值计算出的纵横比作为该特定的基板和该一个批次所包含的其他基板的纵横比。在一个批次所包含的多个基板中，成为测量对象的基板也可以是在该批次中(a)最初执行本处理方法的基板、(b)最后执行本处理方法的基板、或者(c)在最初和最后以外执行本处理方法的基板中的任一者。

[0117] 根据本例子，能够基于光致抗蚀剂膜的膜厚而适当地选择用于修整该光致抗蚀剂膜的准备工序。

[0118] ＜本处理方法的变形例2＞

[0119] 图7～图9是表示本处理方法的变形例的流程图。在这些例子中，除了工序ST2以外，在工序ST12与工序ST13之间以及工序ST13与工序ST14之间中的至少一者，包含对光致抗蚀剂膜PR的侧面的至少局部进行修整的工序(ST1-a、ST1-b)，在这方面与图3所示的例子不同。更具体而言，在图7所示的例子中，在工序ST12与工序ST13之间，包含使用由一种以上的处理气体生成的等离子体对光致抗蚀剂膜PR的部分SC进行修整的工序(ST1-a)。在图8所示的例子中，在工序ST13与工序ST14之间，包含使用由一种以上的处理气体生成的等离子体对第1膜TD1的局部(例如第1膜TD的第2部分的至少局部)和光致抗蚀剂膜PR的部分SC进行修整的工序(ST1-b)。在图9所示的例子中，在工序ST12与工序ST13之间，包含使用由一种以上的处理气体生成的等离子体对光致抗蚀剂膜PR的部分SC进行修整的工序(ST1-a)，并且，在工序ST13与工序ST14之间，包含使用由一种以上的处理气体生成的等离子体对第1膜TD1的局部(例如第1膜TD的第2部分的至少局部)进行修整的工序(ST1-b)。此外，在图9的例子中，也可以是，在工序ST1-a中，对光致抗蚀剂膜PR的部分SC的局部进行修整，在工序ST1-b中，对第1膜TD的局部和光致抗蚀剂膜PR的剩余部分进行修整。

[0120] 根据本例子，能够以更高的精度选择性地去除或减少在光致抗蚀剂膜PR的规定开口的侧面SS存在的部分SC。

[0121] 以上的各实施方式出于说明的目的而进行说明，能够在不脱离本公开的范围和主

旨的情况下进行各种变形。例如，本处理方法除了电感耦合型等离子体的等离子体理装置1以外，还能够使用电容耦合型、微波等离子体等利用了任意的等离子体源的等离子体理装置来执行。

[0122] 另外，本公开包含以下的实施方式。

[0123] (附记1)

[0124] 一种等离子体处理方法，其中，

[0125] 该等离子体处理方法包含：

[0126] 准备工序，准备具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜和(c)第1膜的基板，该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面，且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面，该第1膜至少包含第1部分和第2部分，所述第1部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的部分，所述第2部分是形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的部分，所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚；以及

[0127] 修整工序，至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0128] (附记2)

[0129] 根据附记1所述的等离子体处理方法，其中，

[0130] 所述准备工序包含以下工序：在所述第1膜中的至少所述第1部分上形成第2膜。

[0131] (附记3)

[0132] 根据附记1或2所述的等离子体处理方法，其中，

[0133] 所述准备工序包含以下工序：

[0134] 准备具有所述被蚀刻膜和所述光致抗蚀剂膜的基板；

[0135] 对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部进行修整；以及

[0136] 在被修整了的所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜。

[0137] (附记4)

[0138] 根据附记2或3所述的等离子体处理方法，其中，

[0139] 该等离子体处理方法还包含：蚀刻工序，在所述修整工序之后，将所述光致抗蚀剂膜、所述第1膜以及所述第2膜作为掩膜，对所述被蚀刻膜进行蚀刻。

[0140] (附记5)

[0141] 根据附记1～4中任一项所述的等离子体处理方法，其中，

[0142] 所述光致抗蚀剂膜的所述侧面具有凹陷的部分和自所述侧面向所述开口伸出的部分中的至少一者。

[0143] (附记6)

[0144] 根据附记5所述的等离子体处理方法，其中，

[0145] 所述伸出的部分自所述光致抗蚀剂膜的所述侧面遍及到所述被蚀刻膜的所述上表面。

[0146] (附记7)

[0147] 根据附记2所述的等离子体处理方法，其中，

[0148] 所述第1膜为有机膜，所述第2膜为无机膜。

[0149] (附记8)

[0150] 根据附记1～7中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

[0151] 所述光致抗蚀剂膜为含Sn膜。

[0152] (附记9)

[0153] 根据附记7所述的等离子体处理方法,其中,

[0154] 所述无机膜为含金属膜或含Si膜。

[0155] (附记10)

[0156] 根据附记9所述的等离子体处理方法,其中,

[0157] 所述含金属膜为含Sn膜。

[0158] (附记11)

[0159] 根据附记9所述的等离子体处理方法,其中,

[0160] 所述含金属膜为含W膜、含Ti膜或含Al膜。

[0161] (附记12)

[0162] 根据附记7所述的等离子体处理方法,其中,

[0163] 所述无机膜为含有硼、磷或硫的非金属无机膜。

[0164] (附记13)

[0165] 根据附记2、4以及7中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

[0166] 所述修整工序使用由规定的处理气体生成的等离子体来执行,

[0167] 所述第1膜相对于所述生成的等离子体的蚀刻速率大于所述第2膜相对于所述生成的等离子体的蚀刻速率。

[0168] (附记14)

[0169] 根据附记13所述的等离子体处理方法,其中,

[0170] 所述规定的处理气体包含含氧气体和含卤素气体。

[0171] (附记15)

[0172] 根据附记2、4以及7中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

[0173] 所述第1膜和所述第2膜利用等离子体CVD形成。

[0174] (附记16)

[0175] 根据附记15所述的等离子体处理方法,其中,

[0176] 所述第1膜使用由含有含碳气体的气体生成的等离子体来形成,

[0177] 所述第2膜使用由含有含Si气体的气体生成的等离子体来形成。

[0178] (附记17)

[0179] 根据附记16所述的等离子体处理方法,其中,

[0180] 所述含碳气体为C_xH_y、$C_tH_uF_v$、CO或CO_2,其中,x、y为1以上的整数,t、v为1以上的整数,u为0以上的整数。

[0181] (附记18)

[0182] 根据附记2、4、7以及9～12中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

[0183] 所述第1膜的所述第1部分的膜厚厚于所述光致抗蚀剂膜的膜厚以及所述第2膜的膜厚。

[0184] (附记19)

[0185] 根据附记4所述的等离子体处理方法,其中,

[0186] 所述蚀刻工序对所述被蚀刻膜和所述第2膜进行蚀刻。

[0187] (附记20)

[0188] 根据附记19所述的等离子体处理方法,其中,

[0189] 所述被蚀刻膜为含Si膜,所述第2膜为含Si膜。

[0190] (附记21)

[0191] 根据附记4、19或20所述的等离子体处理方法,其中,

[0192] 所述修整工序和所述蚀刻工序在同一腔室内执行。

[0193] (附记22)

[0194] 根据附记1～21中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

[0195] 所述修整工序还包含以下工序:

[0196] 测量由所述修整工序中被蚀刻了的所述侧面在所述被蚀刻膜上规定出的开口的尺寸;

[0197] 基于所述测量的尺寸,在所述修整工序中被蚀刻了的所述侧面上形成第3膜;以及

[0198] 对所述第3膜的局部进行蚀刻。

[0199] (附记23)

[0200] 根据附记22所述的等离子体处理方法,其中,

[0201] 所述第3膜包含有机膜。

[0202] (附记24)

[0203] 根据附记23所述的等离子体处理方法,其中,

[0204] 所述第3膜为包含所述有机膜和形成于所述有机膜上的无机膜的层叠膜。

[0205] (附记25)

[0206] 根据附记22～24中任一项所述的等离子体处理方法,其中,

[0207] 所述修整工序包含以下工序:重复进行测量所述开口的尺寸的工序、形成所述第3膜的工序以及对所述第3膜的局部进行蚀刻的工序。

[0208] (附记26)

[0209] 一种等离子体处理装置,其中,

[0210] 该等离子体处理装置包括等离子体处理腔室、向所述等离子体处理腔室供给处理气体的气体供给部、供给用于在所述等离子体处理腔室内生成等离子体的电力的电源以及控制部,

[0211] 所述控制部执行以下控制:

[0212] 配置具有(a)被蚀刻膜、(b)光致抗蚀剂膜、(c)第1膜和(d)第2膜的基板,该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面,且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面,该第1膜至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分,且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚,该第2膜形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上,

[0213] 至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0214] (附记27)

[0215] 一种等离子体处理系统,其包括具有第1腔室的第1等离子体处理装置和具有第2

腔室的第2等离子体处理装置,其中,

[0216] 所述第1等离子体处理装置构成为,在所述第1腔室内配置具有(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂膜的基板,在所述第1腔室内,形成(c)第1膜,形成(d)第2膜,该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面,且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面,该第1膜至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分,且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚,该第2膜形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上,

[0217] 所述第2等离子体处理装置构成为,至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部和所述第1膜的所述第2部分的至少局部进行蚀刻。

[0218] (附记28)

[0219] 一种等离子体处理方法,其中,

[0220] 该等离子体处理方法包含以下工序:

[0221] 准备(a)被蚀刻膜和(b)光致抗蚀剂膜,该光致抗蚀剂膜形成于所述被蚀刻膜的上表面,且具有在所述被蚀刻膜的所述上表面规定出至少一个开口的侧面;

[0222] 求得所述光致抗蚀剂膜的膜厚相对于所述开口的尺寸的比例;

[0223] 在所述比例为1以上且小于2的情况下,在所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜;

[0224] 在所述比例小于1的情况下,在所述光致抗蚀剂膜上形成第1膜,另外,在所述第1膜上形成第2膜;以及

[0225] 修整工序,至少对所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的至少局部进行蚀刻,

[0226] 所述第1膜(c)至少包含形成于所述光致抗蚀剂膜的上表面的第1部分和形成于所述光致抗蚀剂膜的所述侧面的第2部分,且所述第1部分的膜厚厚于所述第2部分的膜厚,

[0227] 所述第2膜(d)形成于所述第1膜中的至少所述第1部分上。

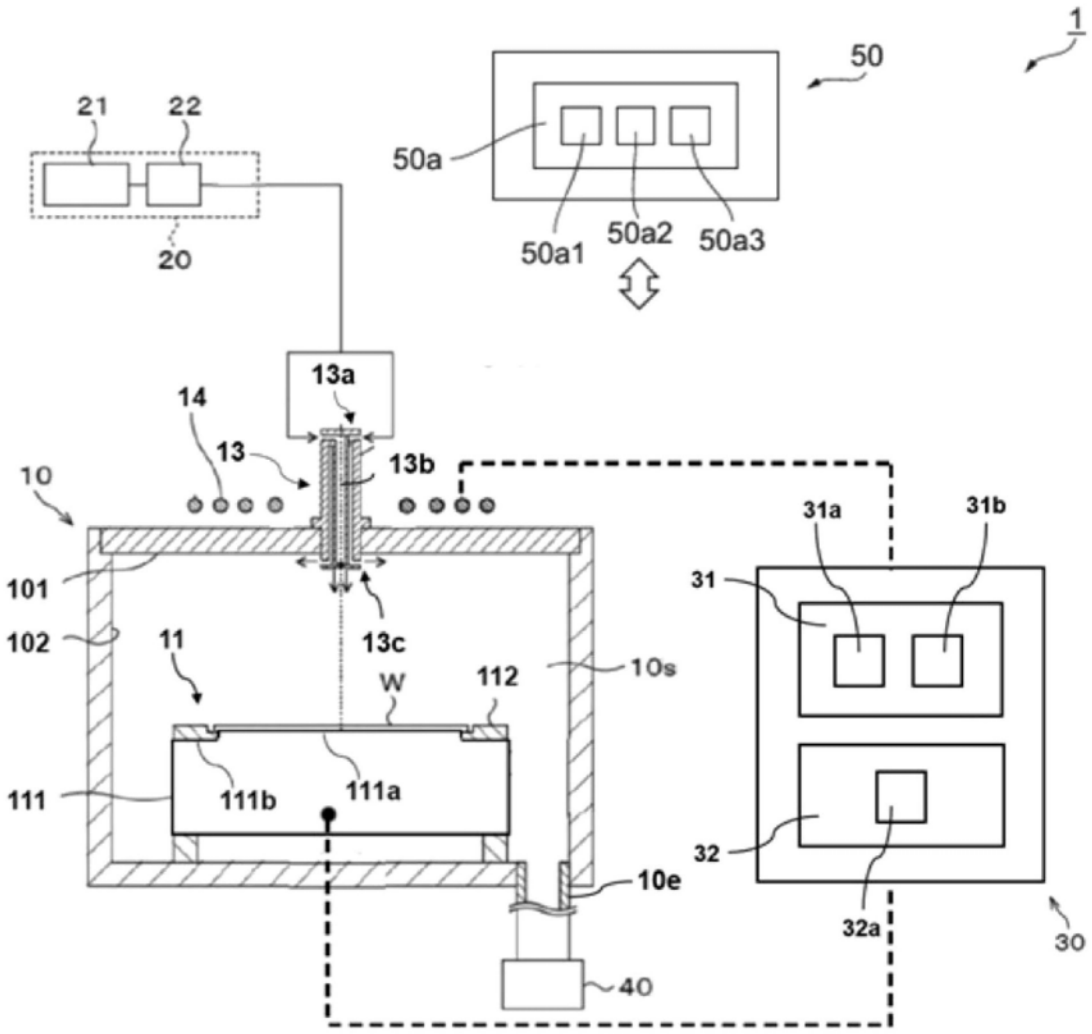

1
50
50a
50a1
50a2
50a3
21
22
20
13a
14
13
13b
10
101
102
11
13c
W
112
10s
111
111b
111a
10e
40
31a
31b
31
32
32a
30

图1

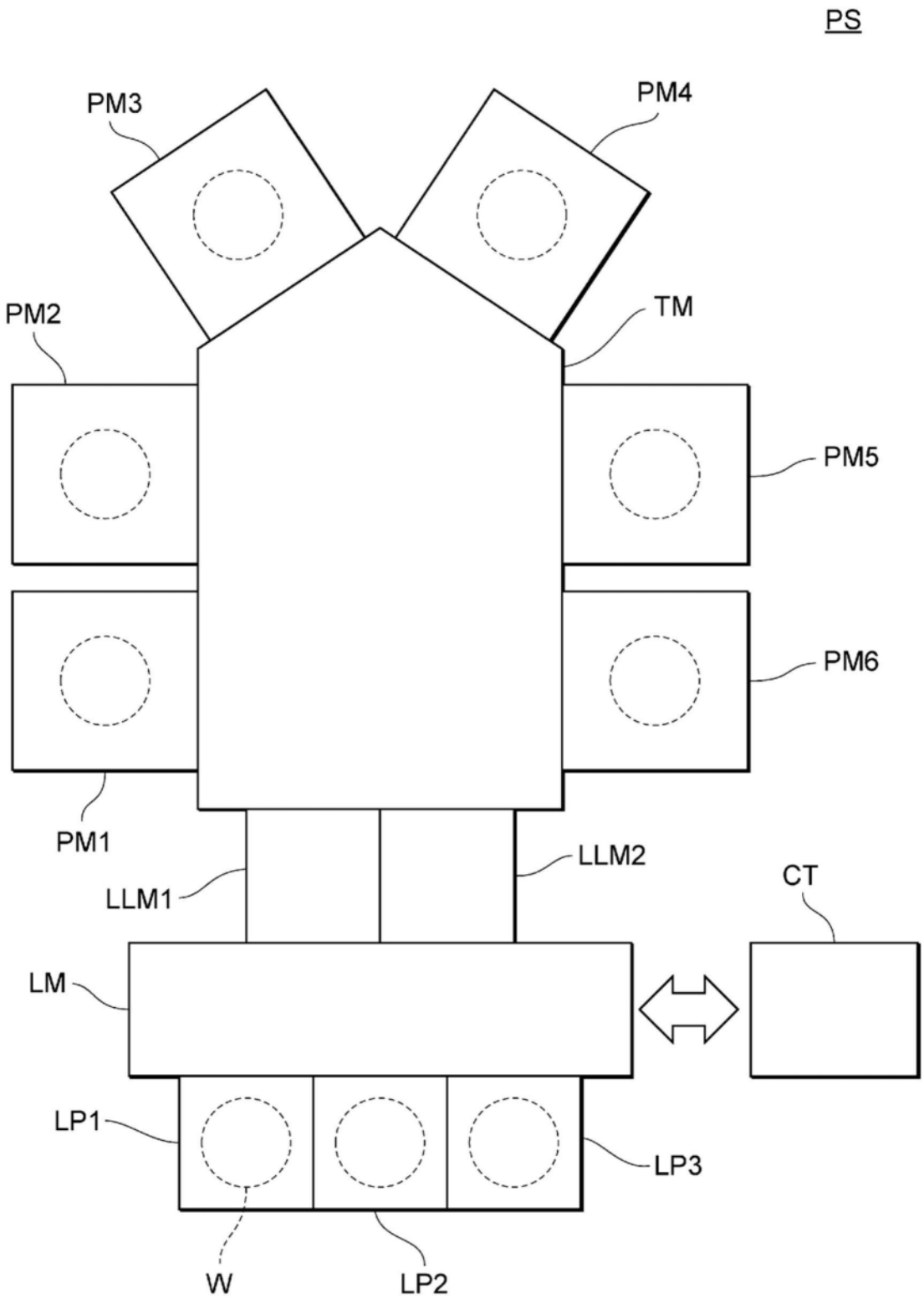


图2

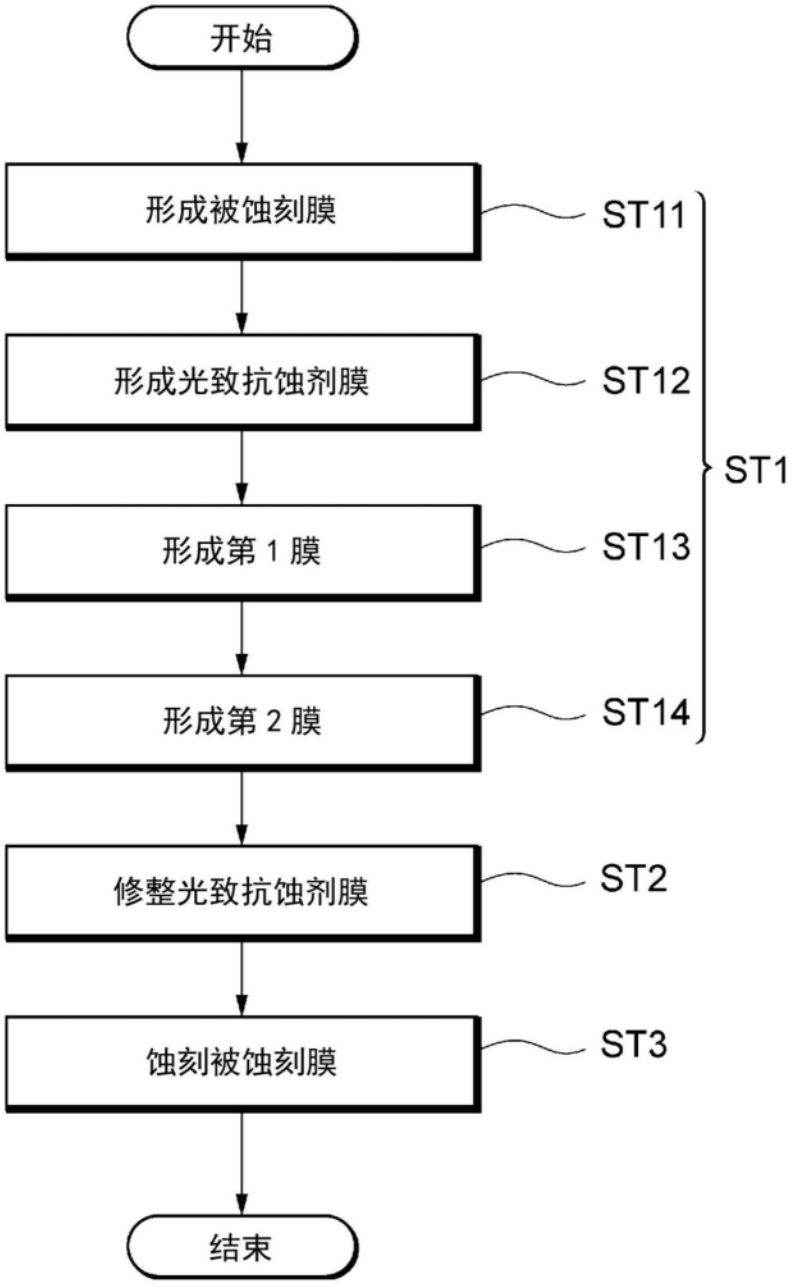

开始
形成被蚀刻膜
ST11
形成光致抗蚀剂膜
ST12
ST1
形成第 1 膜
ST13
形成第 2 膜
ST14
修整光致抗蚀剂膜
ST2
蚀刻被蚀刻膜
ST3
结束

图3

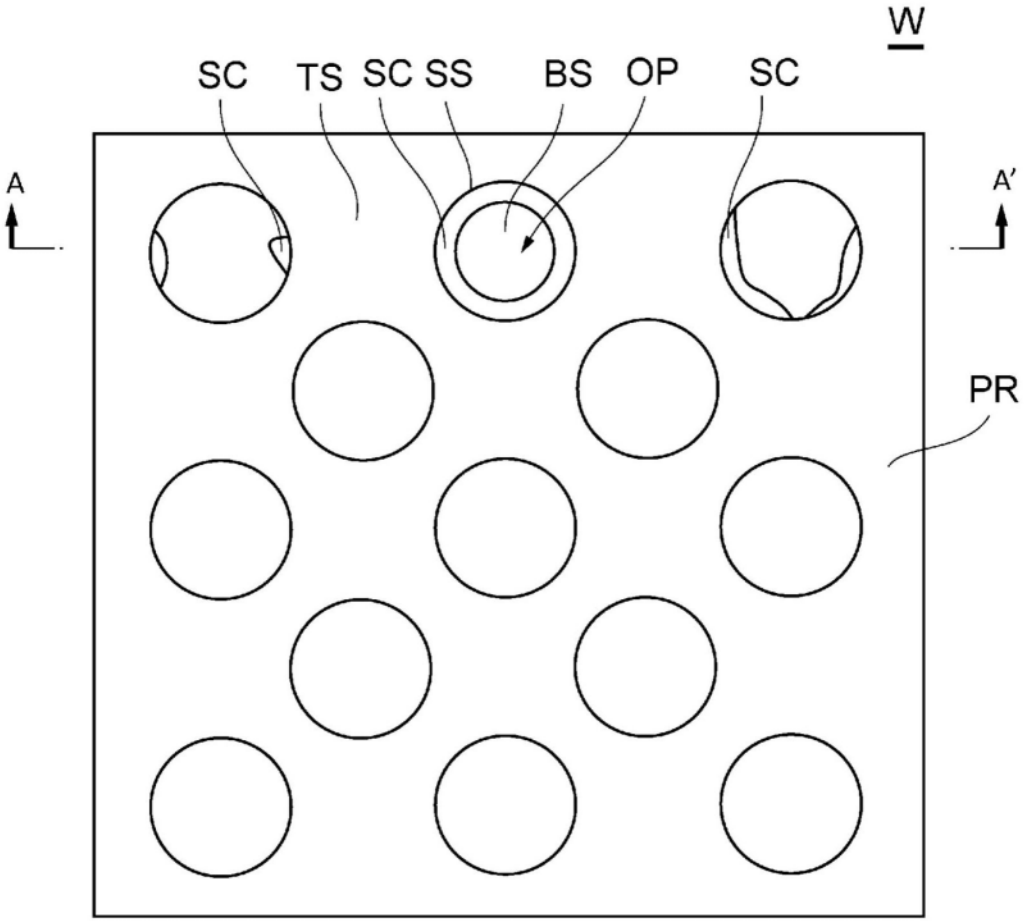


图4A

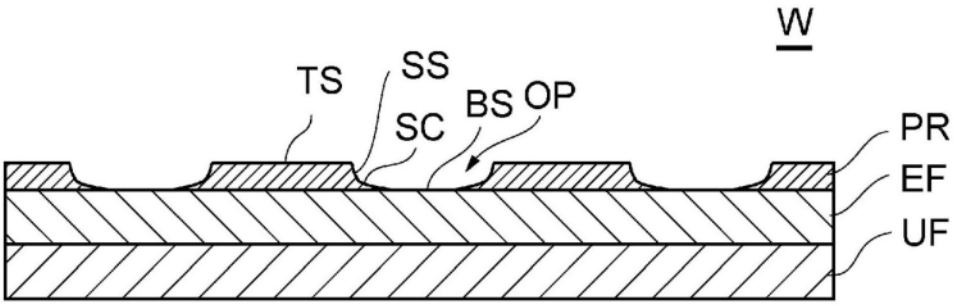


图4B

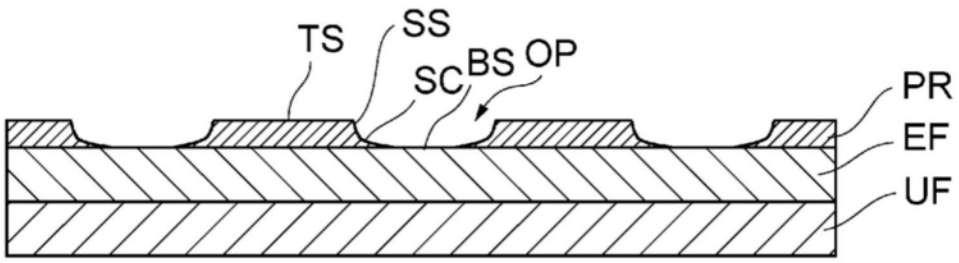

TS
SS
SC
BS
OP
PR
EF
UF

图5A

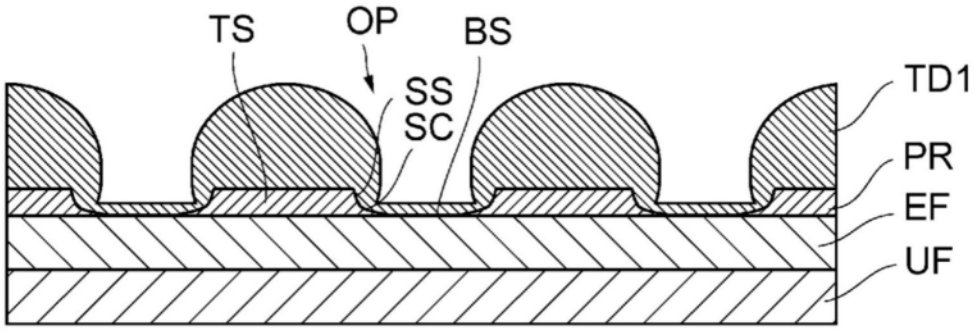

TS
OP
BS
SS
SC
TD1
PR
EF
UF

图5B

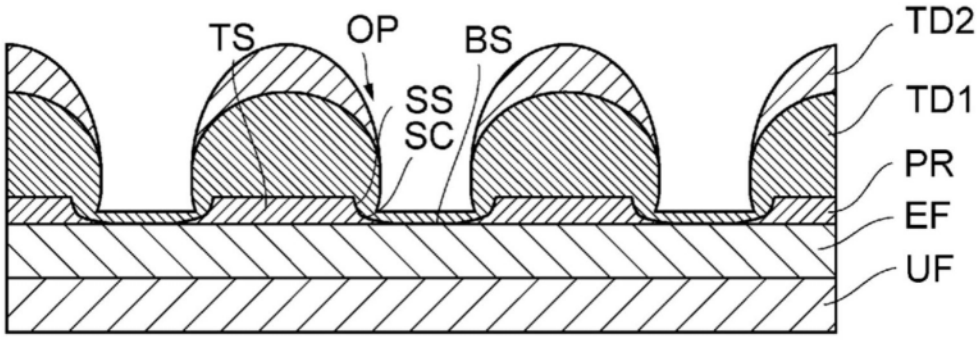

TS
OP
BS
SS
SC
TD2
TD1
PR
EF
UF

图5C

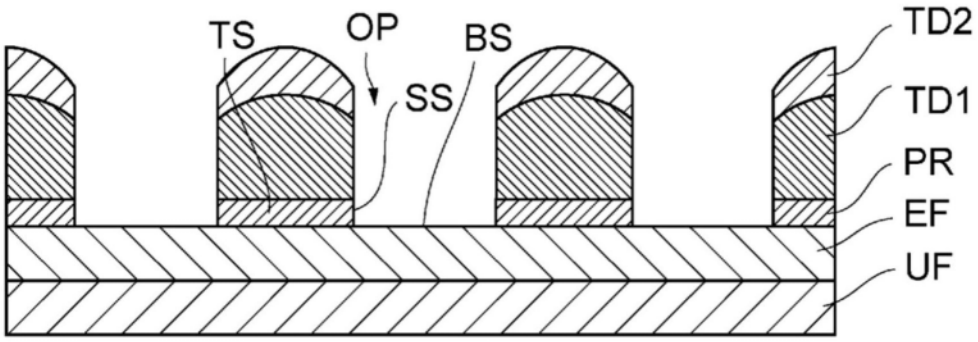


图5D

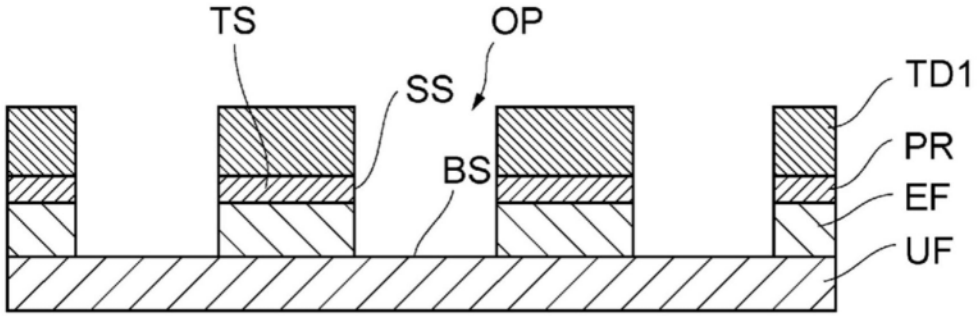


图5E

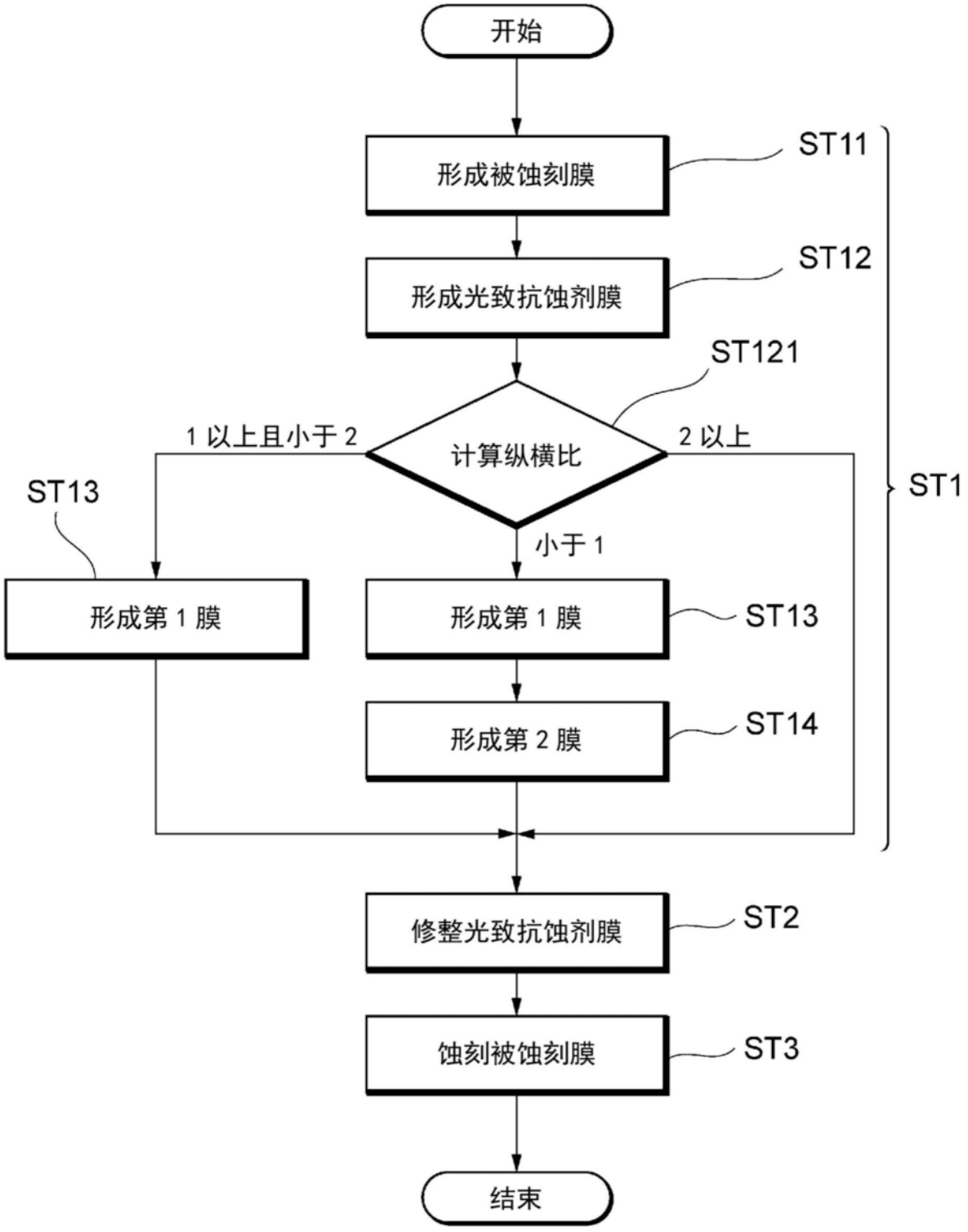

开始
形成被蚀刻膜
ST11
形成光致抗蚀剂膜
ST12
ST121
计算纵横比
1 以上且小于 2
2 以上
小于 1
ST13
形成第 1 膜
形成第 1 膜
ST13
形成第 2 膜
ST14
ST1
修整光致抗蚀剂膜
ST2
蚀刻被蚀刻膜
ST3
结束

图6

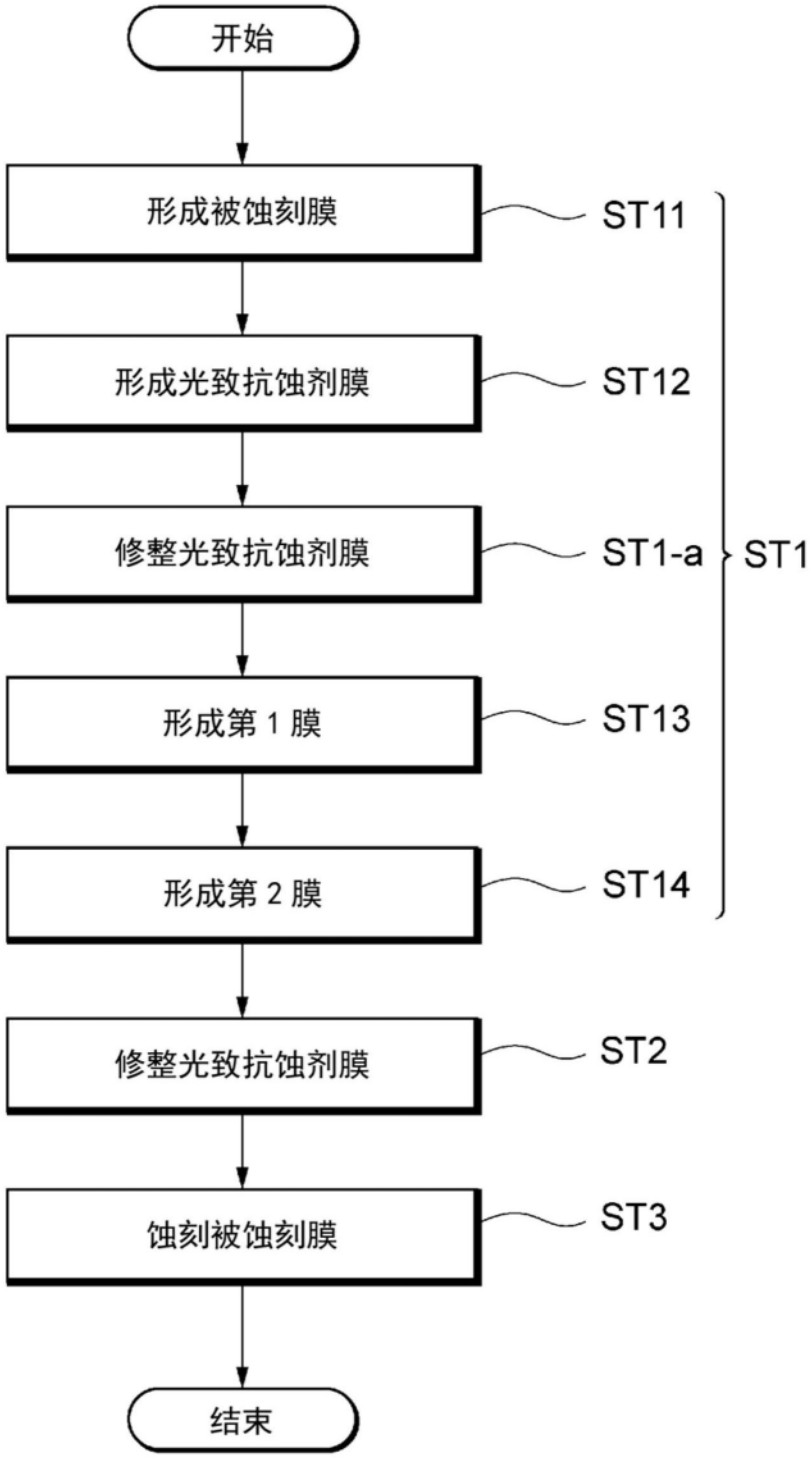

开始
形成被蚀刻膜
ST11
形成光致抗蚀剂膜
ST12
修整光致抗蚀剂膜
ST1-a
ST1
形成第 1 膜
ST13
形成第 2 膜
ST14
修整光致抗蚀剂膜
ST2
蚀刻被蚀刻膜
ST3
结束

图7

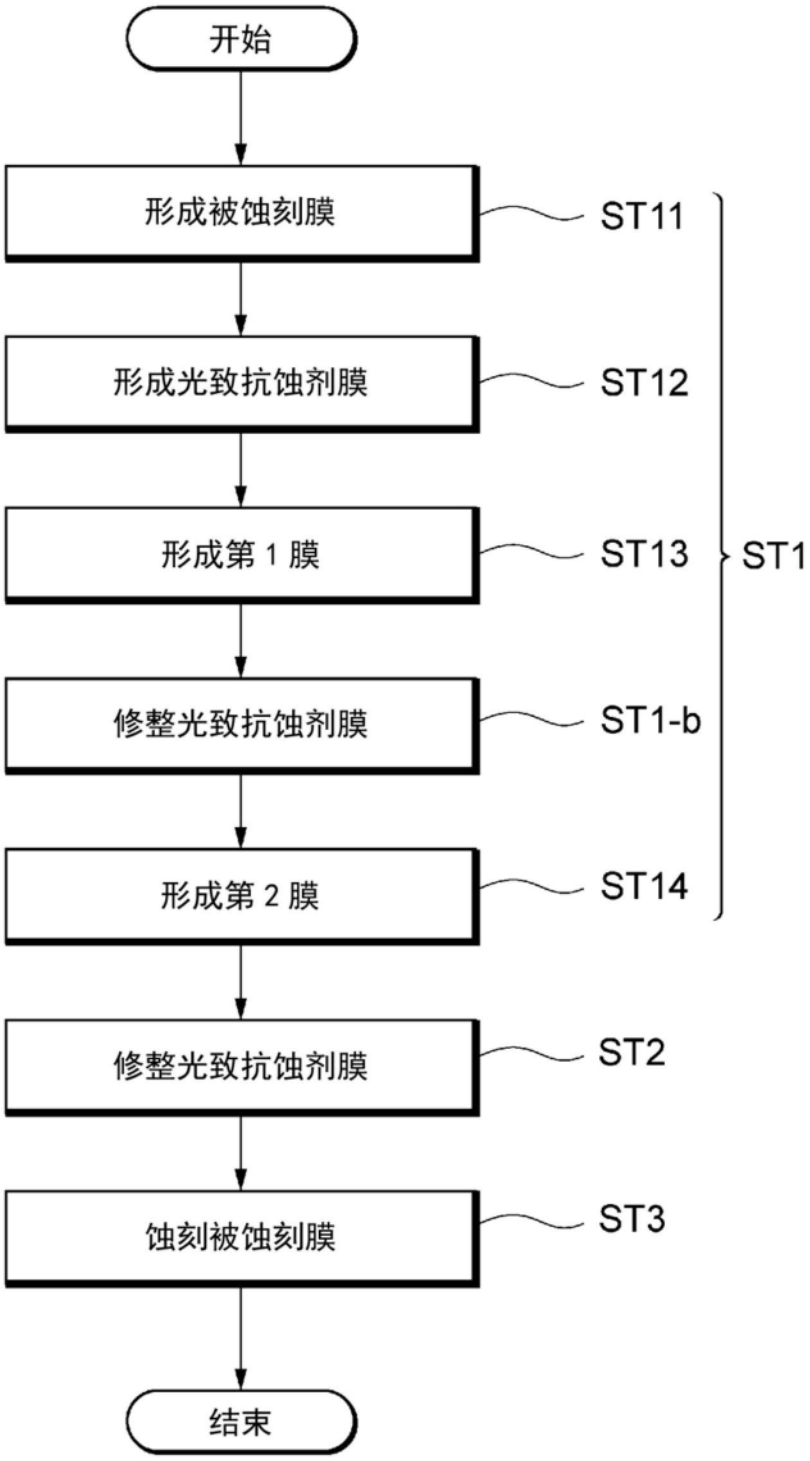

开始
形成被蚀刻膜
ST11
形成光致抗蚀剂膜
ST12
形成第 1 膜
ST13
ST1
修整光致抗蚀剂膜
ST1-b
形成第 2 膜
ST14
修整光致抗蚀剂膜
ST2
蚀刻被蚀刻膜
ST3
结束

图8

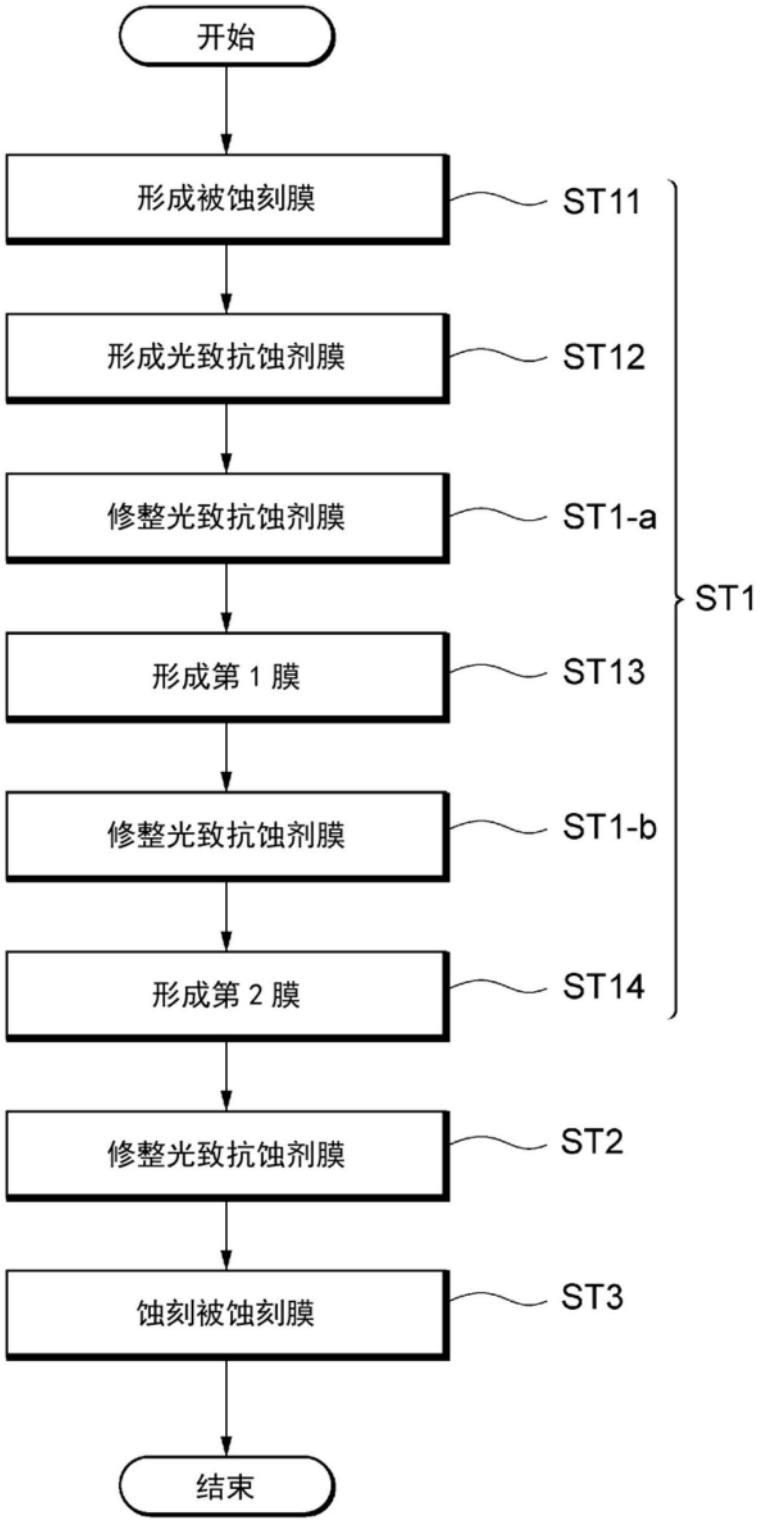

开始
形成被蚀刻膜
ST11
形成光致抗蚀剂膜
ST12
修整光致抗蚀剂膜
ST1-a
ST1
形成第 1 膜
ST13
修整光致抗蚀剂膜
ST1-b
形成第 2 膜
ST14
修整光致抗蚀剂膜
ST2
蚀刻被蚀刻膜
ST3
结束

图9