



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119137713 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 13

(21) 申请号 202380037658.7

(22) 申请日 2023.04.24

(30) 优先权数据

2022-075745 2022.05.02 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.10.31

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/016122 2023.04.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/214521 JA 2023.11.09

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本

(72) 发明人 中根由太 熊仓翔

(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 徐飞跃

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

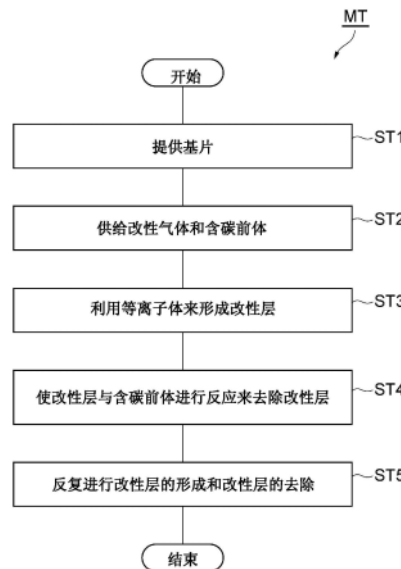
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

等离子体处理方法和等离子体处理装置

(57) 摘要

在等离子体处理方法中, (a) 提供基片, 所述基片具有包含第一材料的第一区域和包含与第一材料不同的第二材料的第二区域。 (b) 供给用于对第一区域的表面进行改性的改性气体和含碳前体。 (c) 利用通过供给第一高频功率而从包含改性气体和含碳前体的混合气体生成的等离子体, 对第一区域的表面进行改性而形成改性层。 (d) 停止供给第一高频功率或供给比第一高频功率小的第二高频功率, 使改性层与含碳前体进行反应, 从而去除改性层。



1. 一种等离子体处理方法,其特征在于,包含:
 - (a) 提供基片的工序,所述基片具有包含第一材料的第一区域和包含与所述第一材料不同的第二材料的第二区域;
 - (b) 供给用于对所述第一区域的表面进行改性的改性气体和含碳前体的工序;
 - (c) 利用通过供给第一高频功率而从包含所述改性气体和所述含碳前体的混合气体生成的等离子体,对所述第一区域的所述表面进行改性而形成改性层的工序;和
 - (d) 停止供给所述第一高频功率或供给比所述第一高频功率小的第二高频功率,使所述改性层与所述含碳前体进行反应,从而去除所述改性层的工序。
2. 根据权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:
所述第一区域包含金属膜,所述第二区域包含掩模。
3. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
所述含碳前体不含有金属。
4. 根据权利要求3所述的等离子体处理方法,其特征在于:
所述含碳前体包含醇、 β -二酮、脘、乙酰脘和 β -酮二亚胺中的至少一者。
5. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
在包含所述(c)和所述(d)的期间,连续供给所述改性气体和所述含碳前体。
6. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
还包含(e)反复进行所述(c)和所述(d)的工序。
7. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
在所述(d)中,对所述基片进行加热。
8. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
所述改性气体包含含卤素气体和含氧气体中的至少一者。
9. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
所述改性气体包含含氟气体和含氯气体中的至少一者。
10. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
所述改性气体包含选自碳氟化合物气体、HF气体、 NF_3 气体、 SF_6 气体、氯碳化合物气体、 Cl_2 气体、 NCl_3 气体、 SCl_6 气体、 O_2 气体、CO气体和 CO_2 气体中的至少一种。
11. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
在所述(d)中,停止供给所述第一高频功率,使得不生成等离子体。
12. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
在所述(c)中,在所述第二区域上形成含碳沉积物。
13. 根据权利要求1或2所述的等离子体处理方法,其特征在于:
在所述(c)中,向支承所述基片的基片支承器中的电极供给偏置功率。
14. 根据权利要求13所述的等离子体处理方法,其特征在于:
供给所述偏置功率的期间比供给所述第一高频功率的期间短。
15. 根据权利要求13所述的等离子体处理方法,其特征在于:
所述偏置功率包含第一偏置功率和比所述第一偏置功率大的第二偏置功率。
16. 一种等离子体处理方法,其特征在于,包含:
 - (a) 提供基片的工序,所述基片具有金属膜和所述金属膜上的掩模;

(b) 供给用于对所述含金属膜的表面进行改性的改性气体和含碳前体的工序；

(c) 利用通过供给第一高频功率而从包含所述改性气体和所述含碳前体的混合气体生成的等离子体,对所述含金属膜的所述表面进行改性而形成改性层的工序;和

(d) 停止供给所述第一高频功率,使所述改性层与所述含碳前体进行反应,从而去除所述改性层的工序。

17. 一种等离子体处理方法,其特征在于,包含:

(a) 在包含电极的基片支承器上提供基片的工序,所述基片具有包含金属的第一区域和包含除了所述金属以外的元素的第二区域;

(b) 供给包含卤素和氧中的至少一者的气体和含碳前体的工序;和

(c) 去除所述第一区域的工序,

所述(c)包含:

(c1) 供给第一高频功率的第一期间;和

(c2) 与所述第一期间交替的第二期间,所述第二期间不供给所述第一高频功率或供给比所述第一高频功率小的第二高频功率。

18. 根据权利要求17所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第一高频功率和所述第二高频功率为等离子体生成用高频功率。

19. 一种等离子体处理装置,其特征在于,具有:

腔室;

基片支承器,其用于在所述腔室内支承基片,所述基片具有包含第一材料的第一区域和包含与所述第一材料不同的第二材料的第二区域;

气体供给部,其构成为能够向所述腔室内供给用于对所述第一区域的表面进行改性的改性气体和含碳前体;

等离子体生成部,其构成为能够在所述腔室内通过供给第一高频功率而从包含所述改性气体和所述含碳前体的混合气体生成等离子体;和

控制部,

所述控制部构成为能够控制所述气体供给部和所述等离子体生成部,以进行以下工序:

利用所述等离子体对所述第一区域的所述表面进行改性而形成改性层;和

停止供给所述第一高频功率或供给比所述第一高频功率小的第二高频功率,使所述改性层与所述含碳前体进行反应,从而去除所述改性层。

等离子体处理方法和等离子体处理装置

技术领域

[0001] 本发明的示例性实施方式涉及一种等离子体处理方法和等离子体处理装置。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开一种原子层蚀刻(ALE)的方法。在该方法中,使基片暴露于氟化氢气体中,以在金属氧化物膜上形成氟化表面层。然后,使基片暴露于含硼气体中,以从金属氧化物膜去除氟化表面层。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2018-26566号公报。

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 本发明提供一种可获得高生产率的等离子体处理方法和等离子体处理装置。

[0008] 用于解决问题的技术手段

[0009] 在一个示例性实施方式中,等离子体处理方法包含:(a)提供基片的工序,所述基片具有包含第一材料的第一区域和包含与所述第一材料不同的第二材料的第二区域;(b)供给用于对所述第一区域的表面进行改性的改性气体和含碳前体的工序;(c)利用通过供给第一高频功率而从包含所述改性气体和所述含碳前体的混合气体生成的等离子体,对所述第一区域的所述表面进行改性而形成改性层的工序;和(d)停止供给所述第一高频功率或供给比所述第一高频功率小的第二高频功率,使所述改性层与所述含碳前体进行反应,从而去除所述改性层的工序。

[0010] 发明效果

[0011] 根据一个示例性实施方式,提供一种可获得高生产率的等离子体处理方法和等离子体处理装置。

附图说明

[0012] 图1是概略地表示一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。

[0013] 图2是概略地表示一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。

[0014] 图3是一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理方法的流程图。

[0015] 图4是能够应用图3的方法的一例的基片的剖视图。

[0016] 图5是一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理方法的一个工序中的一例的基片的剖视图。

[0017] 图6是一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理方法的一个工序中的一例的基片的剖视图。

[0018] 图7是一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理方法的一个工序中的一例的基

片的剖视图。

[0019] 图8是表示供给到等离子体处理装置的高频功率和偏置功率的时间变化的一例的时序图。

[0020] 图9是表示供给到等离子体处理装置的高频功率和偏置功率的时间变化的另一例的时序图。

[0021] 图10是表示供给到等离子体处理装置的高频功率和偏置功率的时间变化的另一例的时序图。

[0022] 图11是表示一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置所具有的蚀刻装置的剖视图。

[0023] 图12是表示一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。

具体实施方式

[0024] 以下,对各种示例性实施方式(1)~(15)进行说明。

[0025] (1) 等离子体处理方法包含:(a) 提供基片的工序,所述基片具有包含第一材料的第一区域和包含与所述第一材料不同的第二材料的第二区域;(b) 供给用于对所述第一区域的表面进行改性的改性气体和含碳前体的工序;(c) 利用通过供给第一高频功率而从包含所述改性气体和所述含碳前体的混合气体生成的等离子体,对所述第一区域的所述表面进行改性而形成改性层的工序;和(d) 停止供给所述第一高频功率或供给比所述第一高频功率小的第二高频功率,使所述改性层与所述含碳前体进行反应,从而去除所述改性层的工序。

[0026] 根据上述等离子体处理方法,通过控制高频功率的供给,能够切换改性层的形成与改性层的去除。在(c)与(d)之间,不需要进行气体的吹扫。因此,可获得高生产率。

[0027] (2) 在上述(1)中,所述第一区域可以包含含金属膜,所述第二区域可以包含掩模。在该情况下,能够使用掩模对含金属膜进行蚀刻。

[0028] (3) 在上述(1)或(2)中,所述含碳前体可以不含有金属。在该情况下,在(c)中,即使等离子体中的含碳前体解离,也不会产生源自含碳前体的金属,因此能够抑制基片的金属污染。

[0029] (4) 在上述(3)中,所述含碳前体可以包含醇、 β -二酮、脒、乙酰脒和 β -酮二亚胺中的至少一者。

[0030] (5) 在上述(1)至(4)中的任一项中,可以在包含所述(c)和所述(d)的期间,连续供给所述改性气体和所述含碳前体。在该情况下,能够连续进行改性层的形成和改性层的去除。

[0031] (6) 在上述(1)至(5)中的任一项中,上述等离子体处理方法可以还包含(e)反复进行所述(c)和所述(d)的工序。在该情况下,能够增加第一区域的蚀刻量。

[0032] (7) 在上述(1)至(6)中的任一项中,可以在所述(d)中,对所述基片进行加热。在该情况下,能够促进改性层与含碳前体的反应。

[0033] (8) 在上述(1)至(7)中的任一项中,所述改性气体可以包含含卤素气体和含氧气体中的至少一者。

[0034] (9) 在上述(1)至(8)中的任一项中,所述改性气体可以包含含氟气体和含氯气体

中的至少一者。

[0035] (10) 在上述 (1) 至 (9) 中的任一项中,所述改性气体可以包含选自碳氟化合物气体、HF 气体、NF₃ 气体、SF₆ 气体、氯碳化合物气体、Cl₂ 气体、NCl₃ 气体、SCl₆ 气体、O₂ 气体、CO 气体和 CO₂ 气体中的至少一种。

[0036] (11) 在上述 (1) 至 (10) 中的任一项中,可以在所述 (d) 中,停止供给所述第一高频功率,使得不生成等离子体。

[0037] (12) 在上述 (1) 至 (11) 中的任一项中,可以在所述 (c) 中,在所述第二区域上形成含碳沉积物。在该情况下,能够通过含碳沉积物来保护第二区域。

[0038] (13) 在上述 (1) 至 (12) 中的任一项中,可以在所述 (c) 中,向支承所述基片的基片支承器中的电极供给偏置功率。在该情况下,源自等离子体中的改性气体的离子被引入到第一区域的表面,因此促进改性层的形成。

[0039] (14) 在上述 (13) 中,供给所述偏置功率的期间比供给所述第一高频功率的期间短。在该情况下,在不供给偏置功率的期间,促进第二区域上的含碳沉积物的形成。

[0040] (15) 在上述 (13) 或 (14) 中,所述偏置功率可以包含第一偏置功率和比所述第一偏置功率大的第二偏置功率。在该情况下,在供给第一偏置功率的期间,促进第二区域上的含碳沉积物的形成。在供给第二偏置功率的期间,促进改性层的形成。

[0041] (16) 等离子体处理方法包含:(a) 提供基片的工序,所述基片具有含金属膜和所述含金属膜上的掩模;(b) 供给用于对所述含金属膜的表面进行改性的改性气体和含碳前体的工序;(c) 利用通过供给第一高频功率而从包含所述改性气体和所述含碳前体的混合气体生成的等离子体,对所述含金属膜的所述表面进行改性而形成改性层的工序;和(d) 停止供给所述第一高频功率,使所述改性层与所述含碳前体进行反应,从而去除所述改性层的工序。

[0042] (17) 等离子体处理方法包含:(a) 在包含电极的基片支承器上提供基片的工序,所述基片具有包含金属的第一区域和包含除了所述金属以外的元素的第二区域;(b) 供给包含卤素和氧中的至少一者的气体和含碳前体的工序;和(c) 去除所述第一区域的工序,所述(c) 包含:(c1) 供给第一高频功率的第一期间;和(c2) 与所述第一期间交替的第二期间,所述第二期间不供给所述第一高频功率或供给比所述第一高频功率小的第二高频功率。

[0043] (18) 在上述 (17) 中,所述第一高频功率和所述第二高频功率为等离子体生成用高频功率。

[0044] (19) 等离子体处理装置具有:腔室;基片支承器,其用于在所述腔室内支承基片,所述基片具有包含第一材料的第一区域和包含与所述第一材料不同的第二材料的第二区域;气体供给部,其构成为能够向所述腔室内供给用于对所述第一区域的表面进行改性的改性气体和含碳前体;等离子体生成部,其构成为能够在所述腔室内通过供给第一高频功率而从包含所述改性气体和所述含碳前体的混合气体生成等离子体;和控制部,所述控制部构成为能够控制所述气体供给部和所述等离子体生成部,以进行以下工序:利用所述等离子体对所述第一区域的所述表面进行改性而形成改性层;和停止供给所述第一高频功率或供给比所述第一高频功率小的第二高频功率,使所述改性层与所述含碳前体进行反应,从而去除所述改性层。

[0045] 以下,参照附图对各种示例性实施方式进行详细说明。另外,在各附图中,对相同

或相当的部分标注相同的附图标记。

[0046] 图1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。等离子体处理系统为基片处理系统的一例,等离子体处理装置1为基片处理装置的一例。等离子体处理装置1包括等离子体处理腔室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。并且,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从等离子体处理空间排出气体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。

[0047] 等离子体生成部12构成为能够从供给到等离子体处理空间内的至少一种处理气体生成等离子体。在等离子体处理空间中形成的等离子体可以是电容耦合等离子体(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。另外,也可以使用包含AC(Alternating Current:交流)等离子体生成部和DC(Direct Current:直流)等离子体生成部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的范围内的频率。因此,AC信号包含RF(Radio Frequency:高频)信号和微波信号。在一个实施方式中,RF信号具有100kHz~150MHz的范围内的频率。

[0048] 控制部2处理使等离子体处理装置1执行本发明中所述的各种工序的计算机可执行的命令。控制部2可构成为能够控制等离子体处理装置1的各要件以执行在此所述的各种工序。在一个实施方式中,控制部2的一部分或全部可以包含于等离子体处理装置1中。控制部2可以包含处理部2a1、存储部2a2和通信接口2a3。控制部2例如由计算机2a实现。处理部2a1可构成为能够通过从存储部2a2读取程序并执行所读取的程序来执行各种控制操作。该程序可以预先存储于存储部2a2中,也可以在需要时经由介质获取。所获取的程序存储于存储部2a2中,由处理部2a1从存储部2a2读取并执行。介质可以是计算机2a可读取的各种存储介质,也可以是与通信接口2a3连接的通信线路。处理部2a1可以是CPU(Central Processing Unit:中央处理器)。存储部2a2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:固态硬盘)或者它们的组合。通信接口2a3可以经由LAN(Local Area Network:局域网)等通信线路在与等离子体处理装置1之间进行通信。

[0049] 以下,对作为等离子体处理装置1的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2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。

[0050] 电容耦合型的等离子体处理装置1包含等离子体处理腔室10、气体供给部20、电源30和排气系统40。另外,等离子体处理装置1包含基片支承部11和气体导入部。气体导入部构成为能够将至少一种处理气体导入到等离子体处理腔室10内。气体导入部包含喷淋头13。基片支承部11配置在等离子体处理腔室10内。喷淋头13配置于基片支承部11的上方。在一个实施方式中,喷淋头13构成等离子体处理腔室10的顶部(ceiling:顶板)的至少一部分。等离子体处理腔室10具有由喷淋头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。喷淋头13和基片支承部11与等离子体处理腔室10的壳体电绝缘。

[0051] 基片支承部11包含主体部111和环组件112。主体部111具有用于支承基片W的中央区域111a和用于支承环组件112的环状区域111b。晶片是基片W的一例。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配置在主体部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的方式配置在主体部111的环状区域111b上。因而,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。

[0052] 在一个实施方式中,主体部111包含基座1110和静电吸盘1111。基座1110包含导电性部件。基座1110的导电性部件可作为下部电极发挥功能。静电吸盘1111配置在基座1110之上。静电吸盘1111包含陶瓷部件1111a和配置在陶瓷部件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。此外,环状静电吸盘、环状绝缘部件那样的包围静电吸盘1111的其他部件可以具有环状区域111b。在该情况下,环组件112既可以配置在环状静电吸盘或环状绝缘部件之上,也可以配置在静电吸盘1111和环状绝缘部件这两者之上。另外,与后述的RF电源31和/或DC电源32耦合的至少一个RF/DC电极也可以配置在陶瓷部件1111a内。在该情况下,至少一个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信号被供给到至少一个RF/DC电极的情况下,RF/DC电极也可以称为偏置电极。此外,基座1110的导电性部件和至少一个RF/DC电极也可以作为多个下部电极发挥功能。此外,静电电极1111b可以作为下部电极发挥功能。因此,基片支承部11包含至少一个下部电极。

[0053] 环组件112包含一个或多个环状部件。在一个实施方式中,一个或多个环状部件包含一个或多个边缘环和至少一个覆盖环。边缘环由导电性材料或绝缘材料形成,覆盖环由绝缘材料形成。

[0054] 此外,基片支承部11可以包含用于将静电吸盘1111、环组件112和基片中的至少1者调节为目标温度的温度调节模块。温度调节模块可以包含加热器、传热介质、流路1110a或它们的组合。在流路1110a中流动盐水、气体那样的传热流体。在一个实施方式中,流路1110a形成于基座1110内,一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可以包含构成为能够向基片W的背面与中央区域111a之间的间隙供给传热气体的传热气体供给部。

[0055] 喷淋头13构成为能够将来自气体供给部20的至少一种处理气体导入到等离子体处理空间10s内。喷淋头13具有至少一个气体供给口13a、至少一个气体扩散室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,喷淋头13包含至少一个上部电极。另外,气体导入部除了喷淋头13以外,还可以包含一个或多个侧气体注入部(SGI:Side Gas Injector),其安装于在侧壁10a上形成的一个或多个开口部。

[0056] 气体供给部20还可以包含至少一个气体源21和至少一个流量控制器22。在一个实施方式中,气体供给部20构成为能够将至少一种处理气体分别从对应的气体源21分别经由对应的流量控制器22供给到喷淋头13。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还可以包含对至少一种处理气体的流量进

行调制或脉冲化的至少一种流量调制器件。

[0057] 电源30包含经由至少一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构成为能够向至少一个下部电极和/或至少一个上部电极供给至少一个RF信号(RF功率)。由此,从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。另外,通过向至少一个下部电极供给偏置RF信号,能够在基片W产生偏置电位,将所形成的等离子体中的离子成分引入到基片W。

[0058] 在一个实施方式中,RF电源31包含第一RF生成部31a和第二RF生成部31b。第一RF生成部31a经由至少一个阻抗匹配电路与至少一个下部电极和/或至少一个上部电极耦合,构成为能够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的范围内的频率。在一个实施方式中,第一RF生成部31a也可以构成为能够生成具有不同频率的多个生成源RF信号。所生成的一个或多个生成源RF信号被供给到至少一个下部电极和/或至少一个上部电极。

[0059] 第二RF生成部31b经由至少一个阻抗匹配电路与至少一个下部电极耦合,构成为能够生成偏置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的范围内的频率。在一个实施方式中,第二RF生成部31b也可以构成为能够生成具有不同频率的多个偏置RF信号。所生成的一个或多个偏置RF信号被供给到至少一个下部电极。另外,在各种实施方式中,也可以将生成源RF信号和偏置RF信号中的至少一者脉冲化。

[0060] 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与至少一个下部电极连接,构成为能够生成第一DC信号。所生成的第一DC信号被施加到至少一个下部电极。在一个实施方式中,第二DC生成部32b与至少一个上部电极连接,构成为能够生成第二DC信号。所生成的第二DC信号被施加到至少一个上部电极。

[0061] 在各种实施方式中,第一和第二DC信号也可以被脉冲化。在该情况下,电压脉冲的序列被施加到至少一个下部电极和/或至少一个上部电极。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,用于从DC信号生成电压脉冲的序列的波形生成部连接于第一DC生成部32a与至少一个下部电极之间。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一个上部电极连接。电压脉冲可以具有正极性,也可以具有负极性。另外,电压脉冲的序列也可以在一个周期内包含一个或多个正极性电压脉冲和一个或多个负极性电压脉冲。另外,可以是除了RF电源31以外还设置第一和第二DC生成部32a、32b,也可以是设置第一DC生成部32a来代替第二RF生成部31b。

[0062] 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也可以包含压力调节阀和真空泵。通过压力调节阀,能够调节等离子体处理空间10s内的压力。真空泵可以包含涡轮分子泵、干式泵或它们的组合。

[0063] 等离子体处理装置1可以具有用于加热基片W的表面的加热装置。后述的图11所示的蚀刻装置105可以具有用于加热基片W的表面的加热装置。加热装置例如可以具有能量射

线发生装置等。能量射线发生装置的例子包含红外线发生装置、电磁波发生装置和激光发生装置。加热装置可以设置于等离子体处理腔室10外。在该情况下,例如经由设置于等离子体处理腔室10的侧壁10a的窗,向基片W照射能量射线,从而能够加热基片W的表面。或者,经由使用能量射线透过性的材料形成的喷淋头13,向基片W照射能量射线,从而能够加热基片W的表面。加热装置可以设置于等离子体处理腔室10内。在该情况下,加热装置可以具有设置于基片支承部11内的加热器。

[0064] 等离子体处理装置1可以具有监视蚀刻量的监视装置。后述的图11所示的蚀刻装置105可以具有监视蚀刻量的监视装置。通过监视装置能够检测出蚀刻的终点。监视装置可以为分析等离子体发光的发光分析装置(OES:Optical Emission Spectrometer:直读光谱仪)。监视装置也可以为测定蚀刻对象膜的厚度的膜厚仪。膜厚仪的例子包含光学式膜厚仪。膜厚仪可以为线状膜厚仪。膜厚仪可以设置于等离子体处理腔室10外。在一例中,也可以设置于输送蚀刻后的基片W的输送路径上(例如,在基片所通过的腔室形成的开口部)。监视装置可以为测定基片W的质量的质量测定仪。质量测定仪的例子包含秤。质量测定仪可以设置于基片支承部11之下。

[0065] 图3是一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理方法的流程图。图3所示的等离子体处理方法MT(以下称为“方法MT”)能够通过上述实施方式的等离子体处理装置1执行。方法MT可以为蚀刻方法。方法MT也可以为原子层蚀刻(ALE)法。方法MT能够应用于基片W。

[0066] 图4是能够应用图3的方法的一例的基片的剖视图。如图4所示,在一个实施方式中,基片W包含第一区域R1和第二区域R2。基片W可以包含基底区域UR。第一区域R1可以设置于基底区域UR上。第二区域R2可以设置于第一区域R1上。

[0067] 第一区域R1包含第一材料。第一区域R1可以包含金属。第一区域R1可以包含金属膜。第一区域R1可以包含金属膜和金属化合物膜中的至少一者。第一区域R1可以包含氧和氮中的至少一者。第一区域R1可以包含金属氧化物和金属氮化物中的至少一者。第一区域R1可以包含Al、Hf、Zr、Fe、Ni、Co、Mn、Mg、Rh、Ru、Cr、Si、Ti、Ga、In、Zn、Pb、Ge、Ta、Cu、W、Mo、Pt、Cd和Sn中的至少一者。

[0068] 第二区域R2包含与第一材料不同的第二材料。第二区域R2可以包含除了第一区域R1中所包含的金属以外的元素(例如,金属、硅或碳)。第二区域R2可以包含硅。第二区域R2可以包含硅氧化物和硅氮化物中的至少一者。第二区域R2可以包含碳。第二区域R2可以包含光致抗蚀剂、旋涂碳、非晶碳和碳化钨中的至少一者。第二区域R2可以包含掩模。第二区域R2可以具有开口OP。

[0069] 基底区域UR可以包含与第一材料和第二材料不同的第三材料。基底区域UR可以包含硅、碳和金属中的至少一者。

[0070] 以下,关于方法MT,以方法MT使用上述实施方式的等离子体处理装置1应用于基片W的情况为例子,参考图3~图7进行说明。图5~图7是一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理方法的一个工序中的一例的基片的剖视图。在使用等离子体处理装置1的情况下,能够通过由控制部2控制等离子体处理装置1的各部来在等离子体处理装置1中执行方法MT。在方法MT中,如图2所示,对配置于等离子体处理腔室10内的基片支承部11(基片支承器)上的基片W进行处理。

[0071] 如图3所示,方法MT可以包含工序ST1~工序ST5。工序ST1~工序ST5能够依次执

行。工序ST5也可以不执行。工序ST3~工序ST5能够在进行了工序ST2的状态下执行。工序ST1~工序ST5可以在原位(in-situ)进行。即,也可以在不将基片W取出到等离子体处理腔室10外的情况下进行方法MT。

[0072] 在工序ST1中,提供图4所示的基片W。如图2所示,基片W可以提供在等离子体处理腔室10内的基片支承部11上。基底区域UR能够配置于基片支承部11与第一区域R1之间。

[0073] 在工序ST2中,如图5所示,供给用于对第一区域R1的表面Ra1进行改性的改性气体MD和含碳前体PR。如图2所示,改性气体MD和含碳前体PR能够从气体供给部20供给到等离子体处理腔室10内。改性气体MD和含碳前体PR可以在等离子体处理腔室10内进行混合,也可以在供给到等离子体处理腔室10内之前进行混合。改性气体MD和含碳前体PR可以同时供给到等离子体处理腔室10内,也可以按时间差供给。

[0074] 改性气体MD可以包含含卤素气体和含氧气体中的至少一者。含卤素气体能够在第一区域R1包含金属氧化膜和金属氮膜中的至少一者的情况下使用。改性气体MD可以包含含氟气体。含氟气体可以包含氟化氢气体(HF气体)、碳氟化合物气体、含氮气体和含硫气体中的至少一者。碳氟化合物气体可以包含 C_4F_6 气体、 C_4F_8 气体、 C_3F_8 气体和 CF_4 气体中的至少一者。含氮气体可以包含 NF_3 气体。含硫气体可以包含 SF_6 气体。改性气体MD可以包含含氯气体。含氯气体可以包含 Cl_2 气体、氯碳化合物气体、含氮气体和含硫气体中的至少一者。氯碳化合物气体可以包含 C_4Cl_6 气体、 C_4Cl_8 气体、 C_3Cl_8 气体和 CCl_4 气体中的至少一者。含氮气体可以包含 NCI_3 气体。含硫气体可以包含 SCl_6 气体。

[0075] 含氧气体能够在第一区域R1包含金属膜的情况下使用。含氧气体可以包含 O_2 气体、CO气体和 CO_2 气体中的至少一者。

[0076] 含碳前体PR可以不含有金属。含碳前体PR可以包含醇、 β -二酮、脘、乙酰脘和 β -酮二亚胺中的至少一者。 β -二酮可以包含acac(乙酰丙酮)、hfac(六氟乙酰丙酮)、tfac(三氟乙酰丙酮)和tmhd(四甲基庚二酮)中的至少一者。

[0077] 在工序ST2中,可以还供给非活性气体。非活性气体可以包含稀有气体和 N_2 气体中的至少一者。

[0078] 在工序ST3中,如图6所示,利用从包含改性气体MD和含碳前体PR的混合气体生成的等离子体PL,对第一区域R1的表面R1a进行改性而形成改性层ML。等离子体PL是通过向等离子体处理装置1供给第一高频功率来生成的。在等离子体PL中,改性气体MD解离而生成活性种(离子或自由基)。

[0079] 改性层ML能够通过从改性气体MD生成的活性种与第一区域R1的反应来形成。例如,改性气体MD可以包含含卤素气体,第一区域R1可以包含金属氧化膜和金属氮膜中的至少一者。在该情况下,改性层ML能够通过从改性气体MD生成且包含卤素的活性种与金属氧化膜和金属氮膜中的至少一者的反应来形成。

[0080] 在工序ST3中,可以在第二区域R2上形成含碳沉积物DP。含碳沉积物DP能够由含碳前体PR形成。在等离子体PL中,含碳前体PR解离而生成活性种(离子或自由基)。从含碳前体PR生成且包含碳的活性种沉积在第二区域R2上,从而能够形成含碳沉积物DP。由于能够通过含碳沉积物DP来保护第二区域R2,因此在工序ST4中可获得对第二区域R2的高蚀刻选择比。

[0081] 在工序ST3中,可以向支承基片W的基片支承部11中的电极供给偏置功率。偏置功

率可以为高频功率。通过偏置功率,源自等离子体PL中的改性气体MD的离子被引入到第一区域R1的表面R1a,因此促进改性层ML的形成。

[0082] 在工序ST3中,基片W可以被加热。基片支承部11的温度可以为100℃以上、150℃以上或200℃以上。基片支承部11的温度可以为450℃以下。关于加热,能够通过等离子体处理腔室10内生成的等离子体PL或基片支承部11内的温度调节模块来进行。关于加热,可以通过从能量射线发生装置照射的能量射线来进行。通过加热,促进第一区域R1与改性气体MD的反应。

[0083] 在工序ST4中,如图7所示,停止供给第一高频功率,使得改性层ML与含碳前体PR进行反应,从而去除改性层ML。通过工序ST3和工序ST4,能够去除第一区域R1。可以停止供给第一高频功率,使得不生成等离子体。在工序ST4中,能够通过改性层ML与含碳前体PR的反应来生成挥发性高的副产物BP。通过副产物BP挥发,能够去除改性层ML。通过去除改性层ML,能够在第一区域R1形成凹部RS。在工序ST4中,可以供给比第一高频功率小的第二高频功率。即使在该情况下,也能够通过改性层ML与含碳前体PR的反应来生成副产物BP。也可以通过供给第二高频功率来生成等离子体。在该情况下,能够通过等离子体中的未解离的含碳前体PR与改性层ML的反应来生成副产物BP。

[0084] 在工序ST4中,能够供给包含改性气体MD和含碳前体PR的混合气体。在工序ST4中,可以停止供给改性气体MD,也可以供给比工序ST3中的改性气体MD的流量小的流量的改性气体MD。

[0085] 在工序ST4中,可以与工序ST3同样地,对基片W进行加热。通过加热,促进改性层ML与含碳前体PR的反应。

[0086] 在包含工序ST3和工序ST4的期间,可以连续供给改性气体MD和含碳前体PR。即,在工序ST3与工序ST4之间,可以不进行气体种类的切换和气体的吹扫。在包含工序ST3和工序ST4的期间,改性气体MD和含碳前体PR的流量可以是恒定的,也可以随着时间的经过而变更。

[0087] 在工序ST5中,可以反复进行工序ST3和工序ST4。工序ST3和工序ST4能够交替执行。工序ST3和工序ST4可以反复进行多次。在工序ST3和工序ST4的执行次数达到阈值的情况下,可以结束工序ST5。通过工序ST5,能够增加第一区域R1的蚀刻量,因此能够形成深的凹部RS。

[0088] 根据方法MT,通过在工序ST3和工序ST4中控制高频功率的供给,能够切换改性层ML的形成与改性层ML的去除。在工序ST3与工序ST4之间,不需要从改性气体MD向含碳前体PR的气体种类的切换和气体的吹扫(改性气体MD的去除)。因此,能够缩短工序ST3和工序ST4的合计处理时间,所以能够获得高生产率。

[0089] 在含碳前体PR不含有金属的情况下,在工序ST3中,即使等离子体PL中的含碳前体PR解离,也不会产生源自含碳前体PR的金属。因此,能够抑制基片W和等离子体处理腔室10的金属污染。

[0090] 图8是表示供给到等离子体处理装置的高频功率和偏置功率的时间变化的一例的时序图。横轴表示时间t。纵轴表示功率的大小。图8的时序图与方法MT中的工序S3~工序S5相关联。在工序ST3中用于生成等离子体PL的高频功率可以为施加到基片支承部11的主体部111中的电极或与基片支承部11相对的电极的高频功率HF。高频功率HF的频率可以为

27MHz以上且100MHz以下。偏置功率可以为施加到基片支承部11的主体部111中的电极的高频功率LF。高频功率LF的频率可以比高频功率HF的频率小。高频功率LF的频率可以为100kHz以上且40.68MHz以下。

[0091] 高频功率HF和高频功率LF可以以周期CY周期性地施加。即,高频功率HF和高频功率LF分别可以为脉冲。周期CY可以包含第一期间CY1和第二期间CY2。第二期间CY2为第一期间CY1之后的期间。第二期间CY2可以为与第一期间CY1交替的期间。第一期间CY1与工序ST3对应。在第一期间CY1,可以供给用于生成等离子体PL的高频功率HF。第二期间CY2与工序ST4对应。在第二期间CY2,可以不供给高频功率HF,也可以供给用于生成等离子体PL的高频功率HF。能够在第二期间CY2供给的高频功率HF比在第一期间CY1供给的高频功率HF小。与周期CY对应的1个循环可以反复实施2次以上。反复进行周期CY的工序与工序ST5对应。规定周期CY的频率可以为0.1Hz以上且100kHz以下,也可以为10Hz以上且100kHz以下。周期CY的时间长度为规定周期CY的频率的倒数。

[0092] 在第一期间CY1,高频功率LF能够维持为高功率L2,高频功率HF能够维持为高功率H2。在第一期间CY1,能够形成改性层ML和含碳沉积物DP。在第二期间CY2,高频功率LF能够维持为比高功率L2小的低功率L1(例如0W),高频功率HF能够维持为比高功率H2小的低功率H1(例如0W)。在第二期间CY2,不形成改性层ML和含碳沉积物DP,能够去除改性层ML。在图8中,高频功率HF和高频功率LF可以为同步的脉冲。

[0093] 图9是表示供给到等离子体处理装置的高频功率和偏置功率的时间变化的另一例的时序图。图9的时序图除了第一期间CY1的高频功率LF的功率不同以外,与图8的时序图相同。在图9的时序图中,周期CY的第一期间CY1可以包含第三期间CY11和第四期间CY12。第四期间CY12为第三期间CY11之后的期间。

[0094] 在第三期间CY11,高频功率LF能够维持为低功率L1,高频功率HF能够维持为高功率H2。在第三期间CY11,促进含碳沉积物DP的形成。在第四期间CY12,高频功率LF能够维持为高功率L2,高频功率HF能够维持为高功率H2。在第四期间CY12,促进改性层ML的形成。如此,作为供给高频功率LF的期间的第四期间CY12可以比作为供给高频功率HF的期间的第一期间CY1短。

[0095] 图10是表示供给到等离子体处理装置的高频功率和偏置功率的时间变化的另一例的时序图。图10的时序图除了第三期间CY11的高频功率LF的功率不同以外,与图9的时序图相同。在图10的时序图中,在第三期间CY11,高频功率LF能够维持为中功率L3(第一偏置功率),高频功率HF能够维持为高功率H2。中功率L3可以为低功率L1与高功率L2之间的功率。在第三期间CY11,促进含碳沉积物DP的形成。在第四期间CY12,高频功率LF维持为高功率L2(第二偏置功率)。

[0096] 图8~图10的时序图可以如下变更。

[0097] 高频功率HF可以在第一期间CY1的一部分维持为高功率H2,在第一期间CY1的另一部分维持为与高功率H2不同且比低功率L1大的功率。

[0098] 在周期CY,高频功率HF维持为高功率H2的期间所占的比例(高频功率HF的占空比)可以变更。同样地,在周期CY,高频功率LF维持为高功率L2的期间所占的比例(高频功率LF的占空比)可以变更。高频功率HF和高频功率LF的占空比可以调整为在工序ST3中形成的改性层ML的几乎全部在工序ST4中被去除。

[0099] 随着时间的经过,可以变更高功率H2、高功率L2、高频功率HF的占空比、高频功率LF的占空比、规定高频功率HF的周期CY的频率和规定高频功率LF的周期CY的频率中的至少一者。例如,随着时间的经过,可以增加高功率L2和高功率H2,也可以减少规定高频功率LF的周期CY的频率。

[0100] 图11是表示一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置所具有的蚀刻装置的剖视图。等离子体处理装置可以具有图11所示的蚀刻装置105。蚀刻装置105具有腔室140。在腔室140内不生成等离子体。在腔室140内设置有用于支承基片W的基片支承部142。蚀刻装置105具有用于向腔室140内供给气体的气体供给部143和用于降低腔室140内的压力的排气系统144。

[0101] 腔室140具有腔室主体151和盖部152。腔室主体151具有侧壁部151a和底部151b。腔室主体151的上部具有开口。开口被盖部152封闭。侧壁部151a和底部151b被密封部件密封。

[0102] 盖部152具有位于外侧的盖部件155和嵌入到盖部件155的内侧的喷淋头156。喷淋头156以面向基片支承部142的方式设置。喷淋头156具有主体157和喷淋板158。主体157例如具有圆筒状的侧壁157a和上部壁157b。喷淋板158设置于主体157的底部。在主体157与喷淋板158之间形成有空间159。

[0103] 在盖部件155和上部壁157b形成有贯穿至空间159的气体导入路161。在气体导入路161中连接有气体供给部143的气体供给管171。

[0104] 在喷淋板158上形成有多个气体喷出孔162。通过气体供给管171和气体导入路161导入到空间159中的气体从气体喷出孔162喷出到腔室140内的空间。

[0105] 在侧壁部151a设置有用于在腔室140内的空间与腔室140外的空间之间输送基片W的闸门153。闸门153能够通过闸阀154开闭。

[0106] 基片支承部142与腔室140的底部151b连接。在基片支承部142内设置有用于调节基片支承部142的温度的温度调节器165。温度调节器165例如具有用于使水等温度调节用介质流过的管路。通过在流过管路内的温度调节用介质与管路的外侧部分之间进行热交换来调节基片支承部142的温度。由此,控制基片支承部142上的基片W的温度。

[0107] 气体供给部143具有供给第一气体的第一气体供给源175和供给第二气体的第二气体供给源176。第一气体例如为改性气体MD。第二气体例如为含碳前体PR。第一气体供给源175与第一气体供给管172的一端连接。第一气体供给管172的另一端与气体供给管171连接。第二气体供给管173的一端与第二气体供给源176连接。第二气体供给管173的另一端与气体供给管171连接。在第一气体供给管172和第二气体供给管173中分别设置有进行流路的开闭动作和流量控制的流量控制器179。

[0108] 因此,第一气体从第一气体供给源175经由第一气体供给管172被供给到喷淋头156。第二气体从第二气体供给源176经由第二气体供给管173被供给到喷淋头156。这些气体从喷淋头156的气体喷出孔162朝向腔室140内的基片W喷出。

[0109] 排气系统144具有与在腔室140的底部151b形成的排气口181连接的排气管182。排气系统144具有设置于排气管182的自动压力控制部(APC:Automatic Pressure Control)183和真空泵184。自动压力控制部183能够控制腔室140内的压力。真空泵184能够将腔室140内的气体排出到腔室140外。

[0110] 在腔室140的侧壁设置有2个电容式压力计186a、186b作为用于测量腔室140内的压力的压力计。电容式压力计186a、186b贯穿腔室140的侧壁。电容式压力计186a能够测量高压。电容式压力计186b能够测量低压力。在基片支承部142上的基片W附近可以设置有检测基片W的温度的温度传感器。

[0111] 蚀刻装置105的腔室140的闸门153可以与真空输送模块(VTM: Vacuum Transfer Module)连接。图2的等离子体处理装置1的等离子体处理腔室10可以与真空输送模块连接。由此,能够在维持减压状态的情况下,在蚀刻装置105的腔室140与等离子体处理装置1的等离子体处理腔室10之间输送基片W。

[0112] 在方法MT中,可以在图2的等离子体处理装置1的等离子体处理腔室10进行工序ST3。然后,基片W可以通过真空输送模块输送,并在图11的蚀刻装置105的腔室140中进行工序ST4。

[0113] 图12是表示一个示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。图12所示的等离子体处理装置PS可用于执行方法MT。

[0114] 等离子体处理装置PS具有平台3a~3d、容器4a~4d、装载模块LM、对准器AN、装载互锁模块LL1、LL2、处理模块PM1~PM6、输送模块TF和控制部2。另外,等离子体处理装置PS中的平台的个数、容器的个数、装载互锁模块的个数可以为1个以上的任意个数。并且,等离子体处理装置PS中的处理模块的个数可以为两个以上的任意个数。

[0115] 平台3a~3d沿装载模块LM的一个边缘排列。容器4a~4d分别搭载于平台3a~3d上。容器4a~4d分别为例如被称为FOUP(Front Opening Unified Pod:前开式晶圆传送盒)的容器。容器4a~4d分别构成为能够在其内部容纳基片W。

[0116] 装载模块LM具有腔室。装载模块LM的腔室内的压力设定为大气压。装载模块LM具有输送装置TU1。输送装置TU1例如为多关节机器人,并且由控制部2控制。输送装置TU1构成为能够经由装载模块LM的腔室输送基片W。输送装置TU1能够在容器4a~4d各自与对准器AN之间、对准器AN与装载互锁模块LL1~LL2各自之间、装载互锁模块LL1~LL2各自与容器4a~4d各自之间输送基片W。对准器AN与装载模块LM连接。对准器AN构成为能够进行基片W的位置调整(位置校准)。

[0117] 装载互锁模块LL1和装载互锁模块LL2分别设置于装载模块LM与输送模块TF之间。装载互锁模块LL1和装载互锁模块LL2分别提供预减压室。

[0118] 输送模块TF经由闸阀分别与装载互锁模块LL1和装载互锁模块LL2连接。输送模块TF具有能够减压的输送腔室TC。输送模块TF具有输送装置TU2。输送装置TU2例如为多关节机器人,并且由控制部2控制。输送装置TU2构成为能够经由输送腔室TC输送基片W。输送装置TU2能够在装载互锁模块LL1~LL2各自与处理模块PM1~PM6各自之间和处理模块PM1~PM6中的任意两个处理模块之间输送基片W。

[0119] 处理模块PM1~PM6分别是构成为进行专用基片处理的处理装置。处理模块PM1~PM6中的一个处理模块可以为图2的等离子体处理腔室10。处理模块PM1~PM6中的另一个处理模块可以为图11的腔室140。处理模块PM1~PM6中的一个处理模块可以具有作为监视蚀刻量的监视装置的膜厚仪。或者,输送模块TF可以具有膜厚仪。在该情况下,能够在从一个处理模块向另一个处理模块输送基片W的期间测定蚀刻量。

[0120] 在等离子体处理装置PS中,控制部2构成为能够控制等离子体处理装置PS的各部。

等离子体处理装置PS能够在处理模块之间在不使基片W与大气接触的情况下输送基片W。

[0121] 以上,对各种示例性实施方式进行了说明,但是并不限于上述示例性实施方式,可以进行各种各样的追加、省略、替换和变更。并且,能够组合不同的实施方式中的要素来形成其它实施方式。

[0122] 根据以上说明可以理解,在本说明书中出于说明的目的对本发明的各种实施方式进行了说明,能够在不脱离本发明的范围和主旨的情况下进行各种变更。因此,本说明书所公开的各种实施方式并不意图进行限定,真正的范围和主旨由所附的技术方案表示。

[0123] 符号说明

[0124] 1…等离子体处理装置,2…控制部,10…等离子体处理腔室,11…基片支承部,12…等离子体生成部,20…气体供给部,MD…改性气体,ML…改性层,PR…含碳前体,R1…第一区域,R1a…表面,R2…第二区域,W…基片。

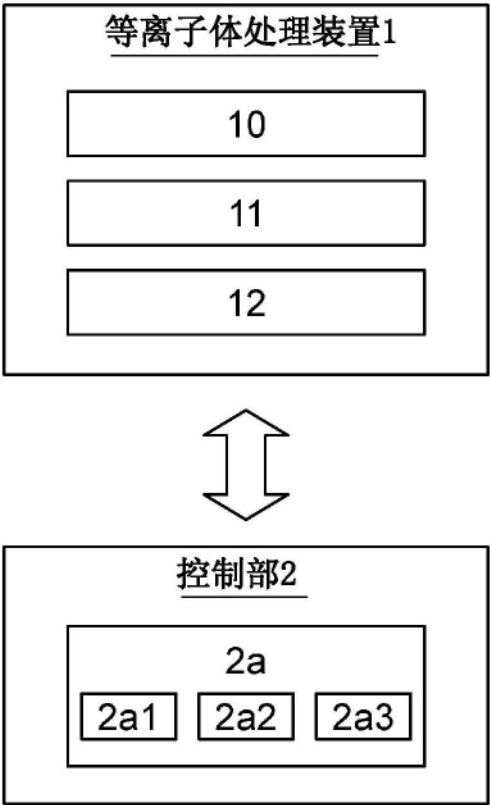


图1

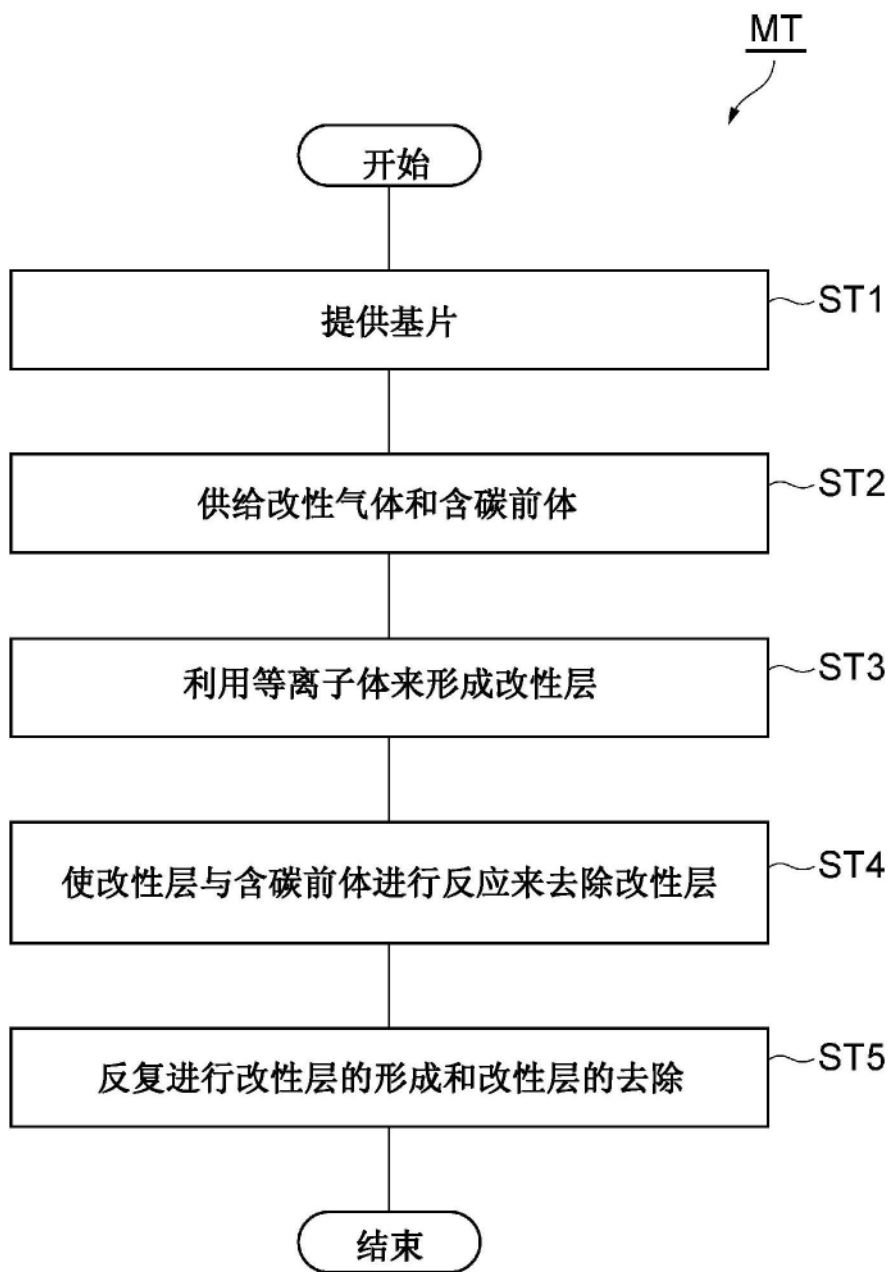


图3

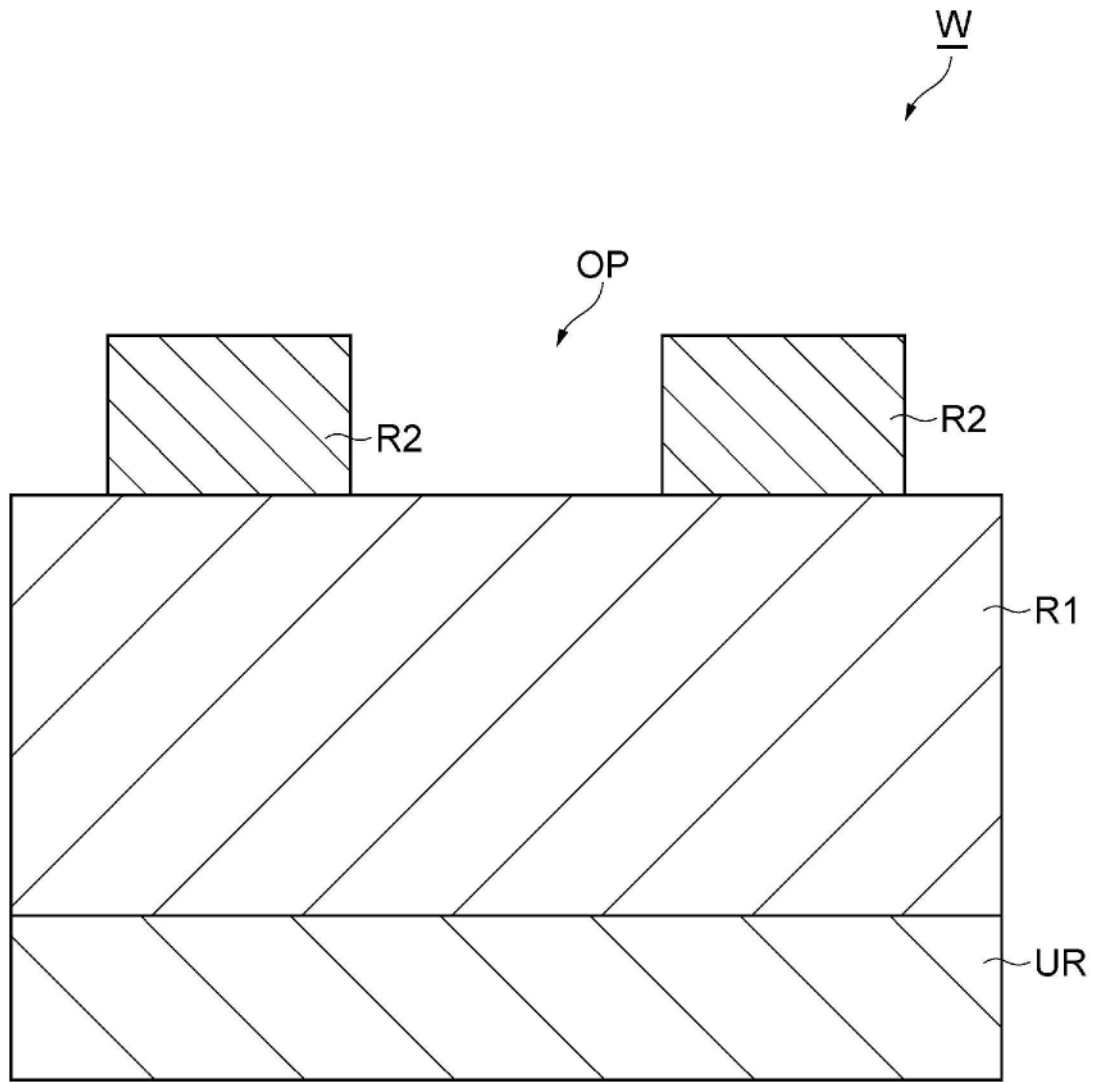


图4

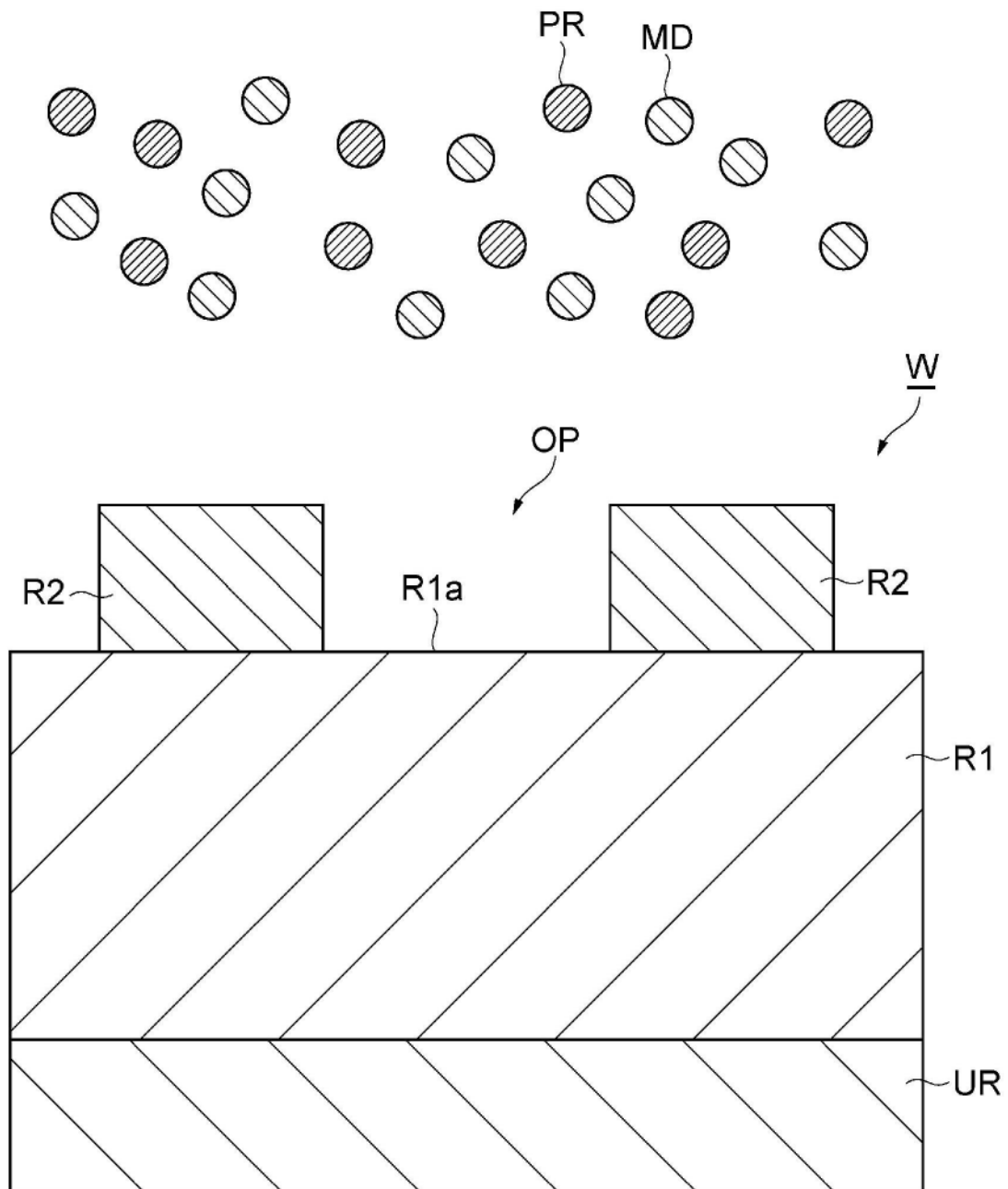


图5

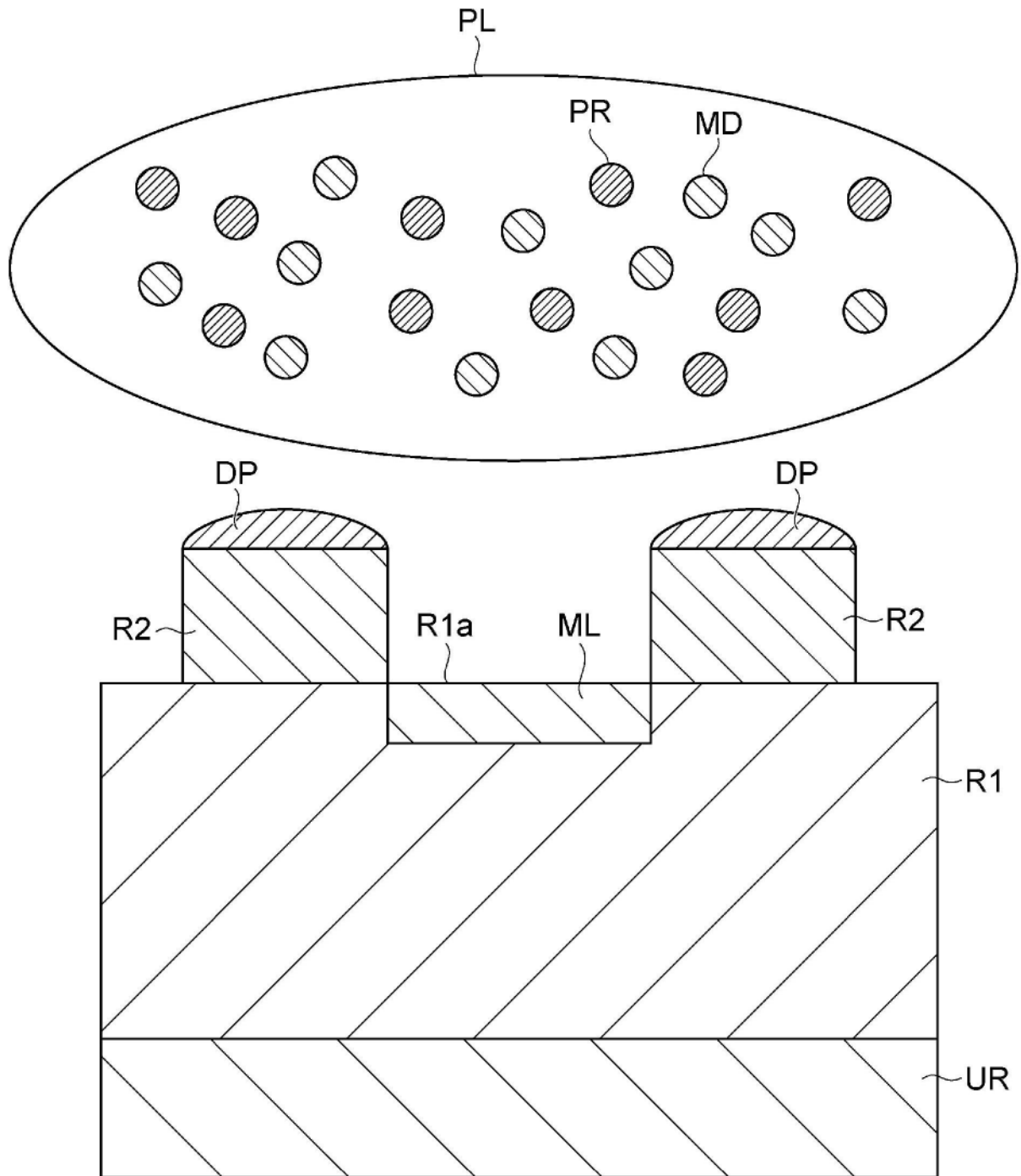


图6

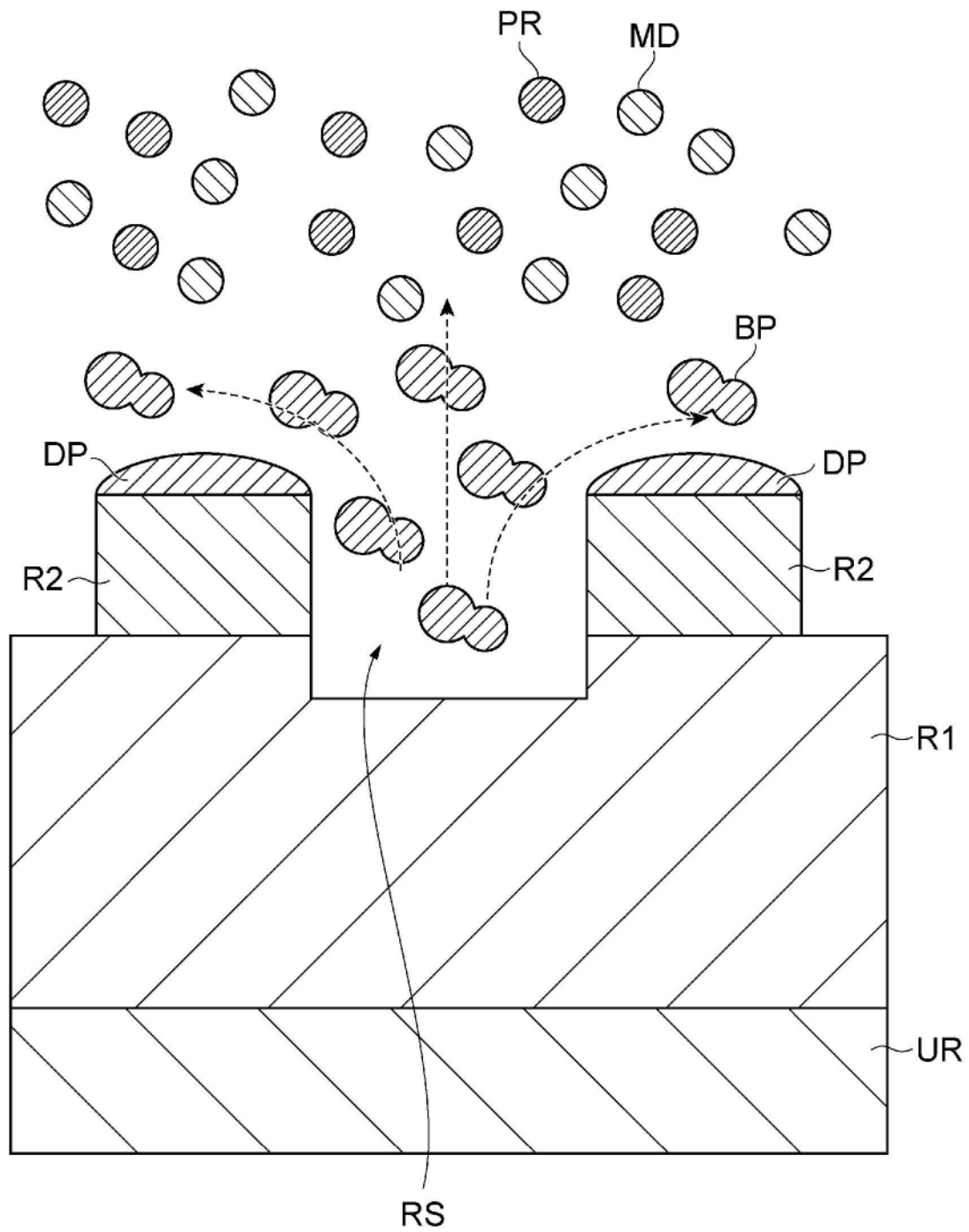


图7

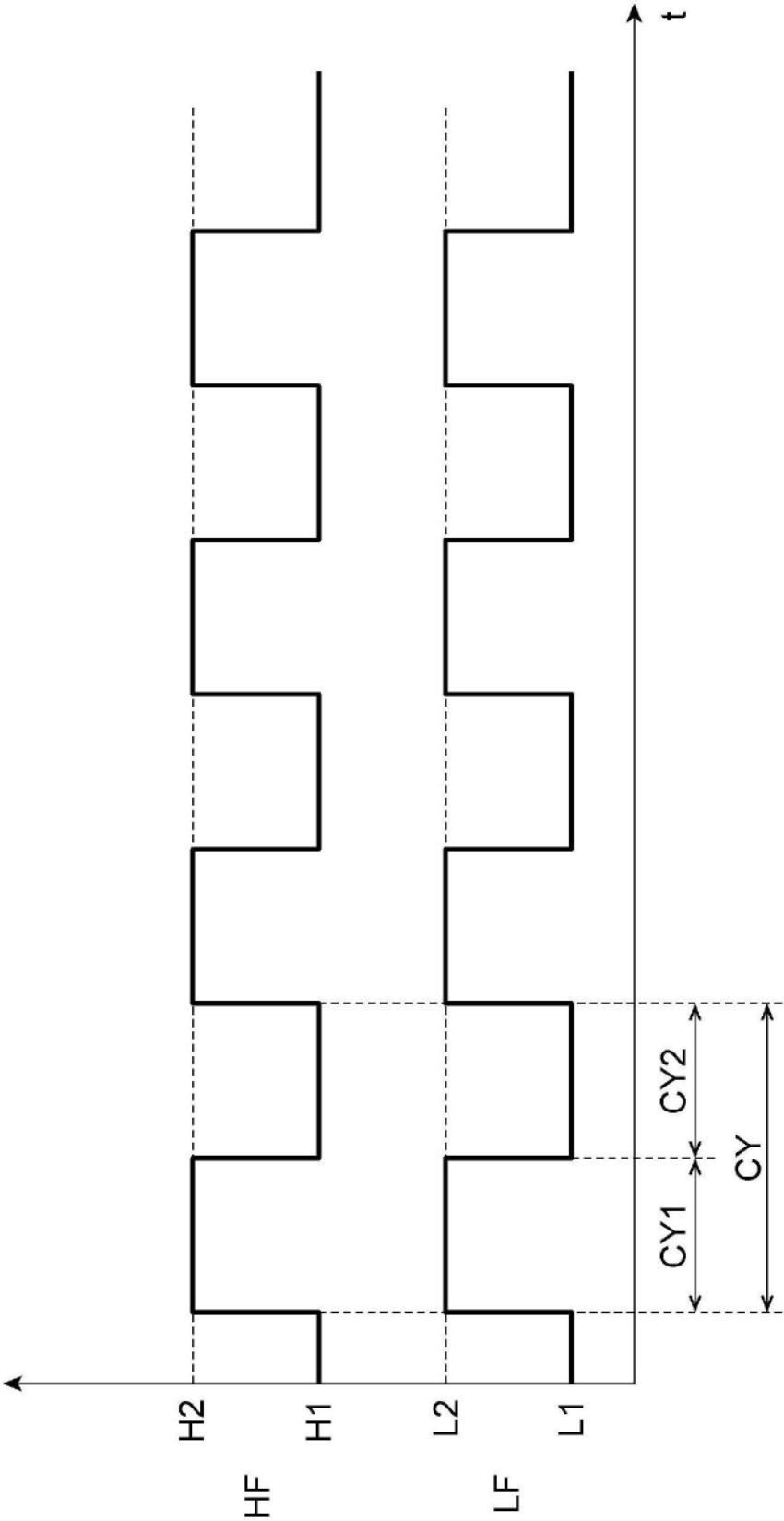


图8

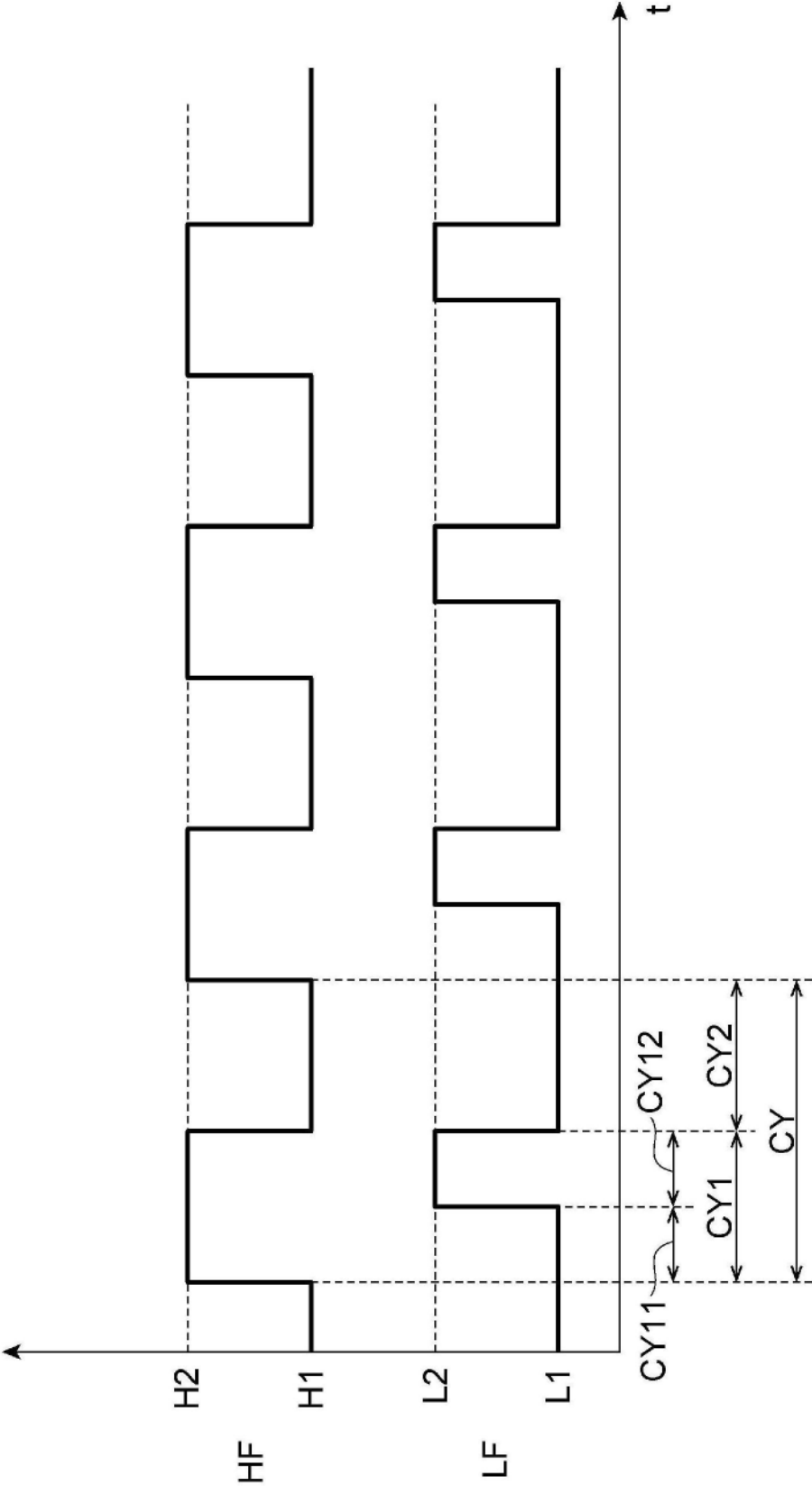


图9

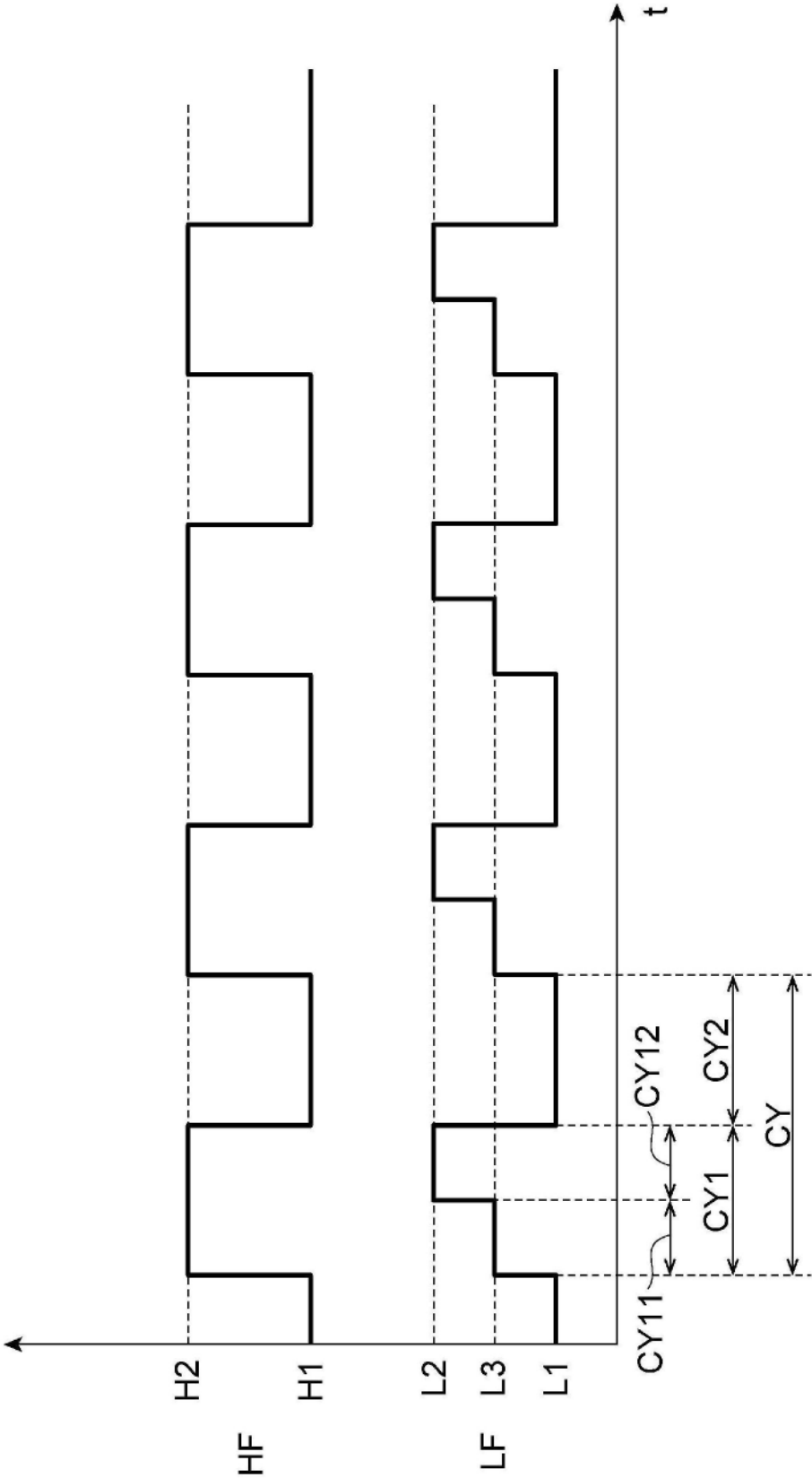


图10

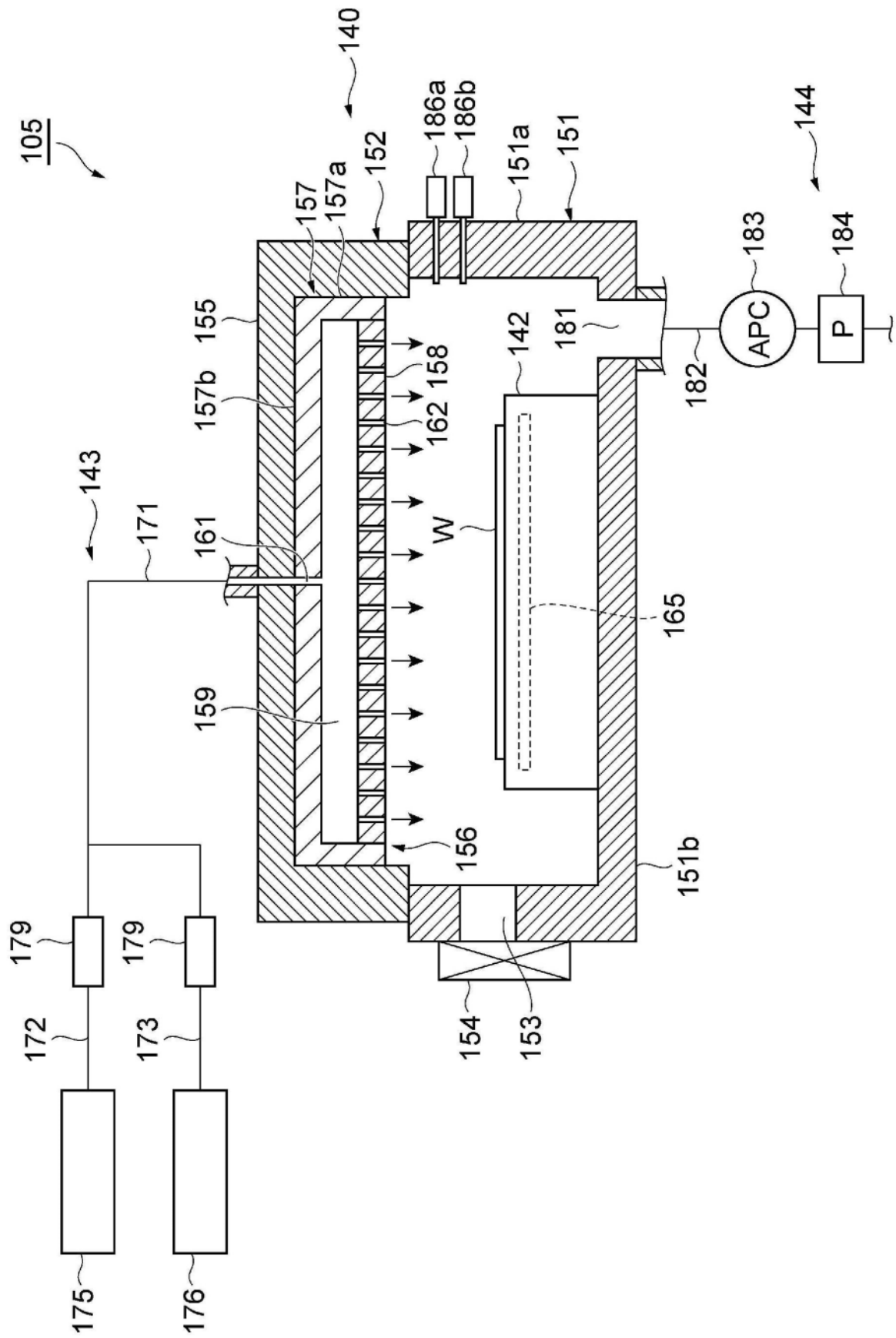


图11

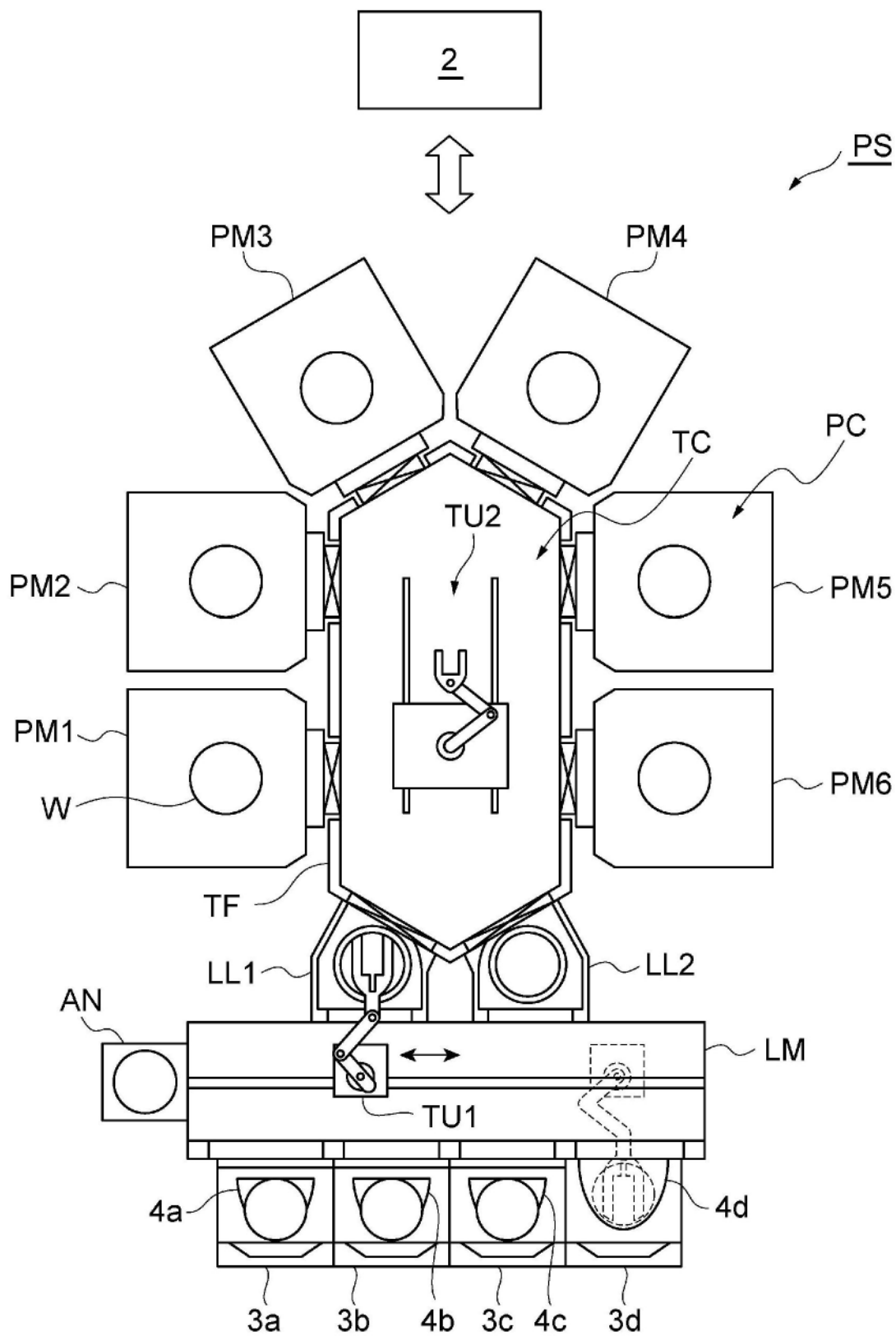


图12