



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119585852 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 07

(21) 申请号 202380053639.3

松本直树

(22) 申请日 2023.07.19

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

(30) 优先权数据

专利代理师 龙淳 刘芑茜

2022-117412 2022.07.22 JP

2022-117500 2022.07.22 JP

2022-117420 2022.07.22 JP

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/68 (2006.01)

H05H 1/46 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.01.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/026370 2023.07.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/019075 JA 2024.01.25

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本

(72) 发明人 清水祐介 中村谕 小津俊久

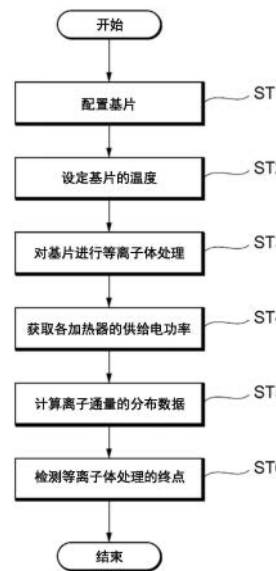
权利要求书2页 说明书21页 附图20页

(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

本发明提供掌握等离子体处理的状态的技术。等离子体处理方法在具有腔室和配置于腔室内的晶片支承部的等离子体处理装置中,在腔室内生成等离子体来对晶片执行等离子体处理,该等离子体处理方法包括:(a)步骤,将晶片配置于晶片支承部;(b)步骤,在腔室内生成等离子体来对位于晶片支承部的晶片执行等离子体处理;(c)步骤,获取关于在(b)步骤中在腔室内生成的等离子体与配置于晶片支承部的晶片之间产生的离子通量的数据;和(d)步骤,基于数据来检测等离子体处理的终点。



1. 一种等离子体处理方法,其特征在于:

所述等离子体处理方法在具有腔室和配置于所述腔室内的基片支承部的等离子体处理装置中,在所述腔室内生成等离子体来对基片执行等离子体处理,包括:

(a) 步骤,将基片配置于所述基片支承部;

(b) 步骤,在所述腔室内生成等离子体来对位于所述基片支承部的所述基片执行所述等离子体处理;

(c) 步骤,获取关于在所述(b)步骤中在所述腔室内生成的所述等离子体与配置于所述基片支承部的基片之间产生的离子通量的数据;和

(d) 步骤,基于所述数据来检测所述等离子体处理的终点。

2. 根据权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述关于离子通量的数据是关于所述离子通量的分布的数据。

3. 根据权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述等离子体处理包括对形成于所述基片上的膜进行蚀刻的蚀刻处理,

所述(d)步骤检测所述蚀刻处理的终点。

4. 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(c)步骤包括:

(c-1) 步骤,对配置于所述基片支承部内的多个加热器分别供给电功率;

(c-2) 步骤,获取在所述腔室内生成有等离子体的状态下对所述多个加热器分别供给的电功率;和

(c-3) 步骤,基于在所述(c-2)步骤中对于所述多个加热器分别获取到的电功率,来计算所述数据。

5. 根据权利要求4所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述基片支承部具有支承基片的基片支承面,

所述基片支承面包含多个支承区域,

所述多个加热器分别在所述多个支承区域的各支承区域中配置于所述基片支承部。

6. 一种等离子体处理装置,其特征在于:

具有腔室、配置于所述腔室内的基片支承部和控制部,

所述控制部执行以下处理:

(a) 将基片配置于所述基片支承部,

(b) 在所述腔室内生成等离子体来对位于所述基片支承部的所述基片执行所述等离子体处理,

(c) 获取关于在所述(b)步骤中在所述腔室内生成的所述等离子体与配置于所述基片支承部的基片之间产生的离子通量的数据,

(d) 基于所述数据来检测所述等离子体处理的终点。

7. 一种等离子体处理方法,其特征在于:

所述等离子体处理方法在具有腔室和配置于所述腔室内的基片支承部的等离子体处理装置中,在所述腔室内生成等离子体来对基片执行等离子体处理,包括:

(a) 步骤,将基片配置于所述基片支承部;

(b) 步骤,在所述腔室内生成等离子体来对位于所述基片支承部的所述基片执行所述

等离子体处理；

(c) 步骤,获取分布数据,所述分布数据是关于在所述腔室内生成的等离子体的状态发生变化的过渡期中的、在所述等离子体与配置于所述基片支承部的基片之间产生的离子通量的分布的数据。

8. 根据权利要求7所述的等离子体处理方法,其特征在于:

还包括(d) 步骤,基于所述分布数据,来判断所述等离子体的过渡期的状态是否存在异常。

9. 根据权利要求8所述的等离子体处理方法,其特征在于:

在所述(d) 步骤中,基于所述分布数据,来确定所述等离子体的过渡期的状态存在异常的部位。

10. 根据权利要求7所述的等离子体处理方法,其特征在于:

在所述(c) 步骤中,获取所述分布数据的时间变化。

11. 根据权利要求7所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述过渡期包括等离子体的生成开始时、等离子体处理的步骤切换时的至少任一者。

12. 根据权利要求7所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述(c) 步骤包括:

(c-1) 步骤,对配置于所述基片支承部内的多个加热器分别供给电功率;

(c-2) 步骤,获取在所述腔室内生成有等离子体的状态下对所述多个加热器分别供给的电功率;和

(c-3) 步骤,基于在所述(c-2) 步骤中对于所述多个加热器分别获取到的电功率,来计算所述分布数据。

13. 根据权利要求12所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述基片支承部具有支承基片的基片支承面,

所述基片支承面包含多个支承区域,

所述多个加热器分别在所述多个支承区域的各支承区域中配置于所述基片支承部。

14. 一种等离子体处理装置,其特征在于:

具有腔室、配置于所述腔室内的基片支承部和控制部,

所述控制部执行以下处理:

(a) 将基片配置于所述基片支承部,

(b) 在所述腔室内生成等离子体来对位于所述基片支承部的所述基片执行所述等离子体处理,

(c) 获取分布数据,所述分布数据是关于在所述腔室内生成的等离子体的状态发生变化的过渡期中的、在所述等离子体与配置于所述基片支承部的基片之间产生的离子通量的分布的数据。

等离子体处理方法和等离子体处理装置

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和等离子体处理装置。

背景技术

[0002] 在专利文献1~3中记载有一种使用等离子体来对基片进行处理的等离子体处理装置。

[0003] 专利文献1公开了基于经由配置于等离子体处理装置的处理腔室侧壁的检测窗传递的发光光谱的变化来检测等离子体处理的终点。

[0004] 专利文献2公开了在晶片表面测量等离子体的在片监测系统 (On-wafer Monitoring System)。

[0005] 专利文献3公开了在将基片载置于基片载置台上对其一边加热一边进行处理时,检测载置状态的异常的技术。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开平11-233492号公报。

[0009] 专利文献2:日本特开2003-282546号公报。

[0010] 专利文献3:日本特开2010-109350号公报。

发明内容

[0011] 发明要解决的技术问题

[0012] 本公开提供一种掌握等离子体处理的状态的技术。

[0013] 用于解决技术问题的技术方案

[0014] 本公开的一个例示的实施方式中的等离子体处理方法在具有腔室和配置于腔室内的基片支承部的等离子体处理装置中,在腔室内生成等离子体来对基片执行等离子体处理,该等离子体处理方法包括:(a)步骤,将基片配置于基片支承部;(b)步骤,在腔室内生成等离子体来对位于基片支承部的基片执行等离子体处理;(c)步骤,获取关于在(b)步骤中在腔室内生成的等离子体与配置于基片支承部的基片之间产生的离子通量的数据;和(d)步骤,基于数据来检测等离子体处理的终点。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本公开的一个例示的实施方式,能够提供掌握等离子体处理的状态的技术。

附图说明

[0017] 图1是用于说明等离子体处理系统的结构例的图。

[0018] 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。

[0019] 图3是表示基片支承部11的上表面的一例的图。

[0020] 图4是表示基片支承部11的截面的一例的图。

- [0021] 图5是表示控制基板80的结构的一例的框图。
- [0022] 图5A是用于说明基片处理系统的结构例的图。
- [0023] 图6是表示一个例示的实施方式的方法的流程图。
- [0024] 图7是表示分布数据的一例的图。
- [0025] 图8是表示对基片上的膜进行蚀刻的一例的图。
- [0026] 图9是表示离子通量的分布数据的值的时间变化的一例的曲线图。
- [0027] 图10是表示一个例示的实施方式的方法的流程图。
- [0028] 图11是表示分布数据的一例的图。
- [0029] 图12是表示分布数据的一例的图。
- [0030] 图13是表示一个例示的实施方式的方法的流程图。
- [0031] 图14是表示本方法的流程图。
- [0032] 图15是表示第一温度分布的一例的示意图。
- [0033] 图16A是表示步骤ST2的处理中的基片W的一例的示意图。
- [0034] 图16B是表示步骤ST2的处理后的基片W的一例的示意图。
- [0035] 图17是表示第二温度分布的一例的示意图。
- [0036] 图18是用于说明检测基片的位置偏移的方法的一例的图。
- [0037] 图19是表示步骤ST5的一例的流程图。
- [0038] 图20是表示步骤ST51的处理后的基片W的一例的示意图。
- [0039] 图21是表示步骤ST52的处理后的基片W的一例的示意图。
- [0040] 图22A是表示步骤ST53的处理中的基片W的一例的示意图。
- [0041] 图22B是表示步骤ST53的处理后的基片W的一例的示意图。
- [0042] 图23是表示在步骤ST53中刚再次配置基片W之后的中央区域111a的温度分布的一例的示意图。
- [0043] 图24是表示步骤ST6的一例的流程图。
- [0044] 图25是表示本方法的其它例的流程图。

具体实施方式

- [0045] 以下,对本公开的各实施方式进行说明。
- [0046] 在一个例示的实施方式中,提供一种等离子体处理方法,其在具有腔室和配置于腔室内的基片支承部的等离子体处理装置中,在腔室内生成等离子体来对基片执行等离子体处理,该等离子体处理方法包括:(a)步骤,将基片配置于基片支承部;(b)步骤,在腔室内生成等离子体来对位于基片支承部的基片执行等离子体处理;(c)步骤,获取关于在(b)步骤中在腔室内生成的等离子体与配置于基片支承部的基片之间产生的离子通量的数据;和(d)步骤,基于数据来检测等离子体处理的终点。
- [0047] 在一个例示的实施方式中,关于离子通量的数据是关于离子通量的分布的数据。
- [0048] 在一个例示的实施方式中,等离子体处理包括对形成于基片上的膜进行蚀刻的蚀刻处理,(d)步骤检测蚀刻处理的终点。
- [0049] 在一个例示的实施方式中,(c)步骤包括:(c-1)步骤,对配置于基片支承部内的多个加热器分别供给电功率;(c-2)步骤,获取在腔室内生成有等离子体的状态下对多个加热

器分别供给的电功率;和(c-3)步骤,基于在(c-2)步骤中对于多个加热器分别获取到的电功率,来计算数据。

[0050] 在一个例示的实施方式中,基片支承部具有支承基片的基片支承面,基片支承面包含多个支承区域,多个加热器分别在多个支承区域的各支承区域中配置于基片支承部。

[0051] 在一个例示的实施方式中,提供一种等离子体处理装置,其具有腔室、配置于腔室内的基片支承部和控制部,其中,控制部执行以下处理:(a)将基片配置于基片支承部,(b)在腔室内生成等离子体来对位于基片支承部的基片执行等离子体处理,(c)获取关于在(b)步骤中在腔室内生成的等离子体与配置于基片支承部的基片之间产生的离子通量的数据,(d)基于数据来检测等离子体处理的终点。

[0052] 在一个例示的实施方式中,提供一种等离子体处理方法,在具有腔室和配置于腔室内的基片支承部的等离子体处理装置中,在腔室内生成等离子体来对基片执行等离子体处理,该等离子体处理方法包括:(a)步骤,将基片配置于基片支承部;(b)步骤,在腔室内生成等离子体来对位于基片支承部的基片执行等离子体处理;(c)步骤,获取分布数据,分布数据是关于在腔室内生成的等离子体的状态发生变化的过渡期中的、在等离子体与配置于基片支承部的基片之间产生的离子通量的分布的数据。

[0053] 在一个例示的实施方式中,等离子体处理方法还包括(d)步骤,基于分布数据,来判断等离子体的过渡期的状态是否存在异常。

[0054] 在一个例示的实施方式中,在(d)步骤中,基于分布数据,来确定等离子体的过渡期的状态存在异常的部位。

[0055] 在一个例示的实施方式中,在(c)步骤中,获取分布数据的时间变化。

[0056] 在一个例示的实施方式中,过渡期包括等离子体的生成开始时、等离子体处理的步骤切换时中的至少任一者。

[0057] 在一个例示的实施方式中,(c)步骤包括:(c-1)步骤,对配置于基片支承部内的多个加热器分别供给电功率;(c-2)步骤,获取在腔室内生成有等离子体的状态下对多个加热器分别供给的电功率;和(c-3)步骤,基于在(c-2)步骤中对于多个加热器分别获取到的电功率,来计算分布数据。

[0058] 在一个例示的实施方式中,基片支承部具有支承基片的基片支承面,基片支承面包含多个支承区域,多个加热器分别在多个支承区域的各支承区域中配置于基片支承部。

[0059] 在一个例示的实施方式中,提供一种等离子体处理装置,其具有腔室、配置于腔室内的基片支承部和控制部,其中,控制部执行以下处理:(a)将基片配置于基片支承部,(b)在腔室内生成等离子体来对位于基片支承部的基片执行等离子体处理,(c)获取分布数据,分布数据是关于在腔室内生成的等离子体的状态发生变化的过渡期中的、在等离子体与配置于基片支承部的基片之间产生的离子通量的分布的数据。

[0060] 以下,参照附图,对本公开的各实施方式详细地进行说明。另外,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。只要没有特别说明,则基于附图所示的位置关系来说明上下左右等的位置关系。附图的尺寸比例不表示实际的比例,另外,实际的比例不限于图示的比例。

[0061] 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。等离子体处理系统是基片处理系统的一例,等

离子体处理装置1是晶片处理装置的一例。等离子体处理装置1包括等离子体处理腔室(也简称为“腔室”)10、晶片支承部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。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。晶片支承部11配置在等离子体处理空间内,具有用于支承晶片的晶片支承面。

[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:电子回旋共振等离子体)、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电功率)具有100kHz~10GHz的范围内的频率。因此,AC信号包括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。

[0063] 控制部2处理使等离子体处理装置1执行本公开中说明的各种步骤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的各要素以执行在此说明的各种步骤。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可以包括处理部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。该程序可以预先保存在存储部2a2中,也可以在需要时经由介质获取。所获取的程序保存在存储部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:固态驱动器)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。

[0064] 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。

[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。另外,等离子体处理装置1包括晶片支承部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。气体导入部包括喷淋头13。晶片支承部11配置在等离子体处理腔室10内。喷淋头13配置于晶片支承部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和底壁10b以及晶片支承部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和晶片支承部11与等离子体处理腔室10的壳体电绝缘。

[0066] 晶片支承部11包括主体部111和环组件112。主体部111具有用于支承晶片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。

[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包括陶瓷部件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的其它部件也可以具有环状区域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包括至少一个下部电极。

[0068] 环组件112包括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括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。

[0069] 另外,基片支承部11也可以包括构成为能够将静电吸盘1111、环组件112和基片中的至少一者调节为目标温度的温度调节模块。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。另外,基片支承部11也可以包括构成为能够向基片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。温度调节模块的详细结构使用图4后述。

[0070] 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。供给至气体供给口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。另外,喷淋头13包括至少一个上部电极。此外,气体导入部除了喷淋头13以外,还可以包括一个或多个侧方气体注入部(SGI:Side Gas Injector),其安装在形成于侧壁10a的一个或多个开口部。

[0071] 气体供给部20还可以包括至少一个气体源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还可以包括对至少一种处理气体的流量进行调制或将其脉冲化的至少一个流量调制器件。

[0072] 电源30包括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电功率)。由此,从供给至等离子体处理空间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吸引到基片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电功率)。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。

[0074] 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电功率)。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。

[0075] 另外,电源30也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。

[0076] 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在第一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。

[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也可以包括压力调节阀和真空泵。利用压力调节阀,能够调节等离子体处理空间10s内的压力。真空泵可以包括涡轮分子泵、干式泵或它们的组合。

[0078] 等离子体处理装置1具有包含一个以上的电磁体45的电磁体组件3。电磁体组件3构成为能够在腔室10内生成磁场。在一个实施方式中,等离子体处理装置1具有包含多个电磁体45的电磁体组件3。在图2所示的实施方式中,多个电磁体45包括电磁体46~49。多个电磁体45设置于腔室10之上或上方。即,电磁体组件3配置于腔室10之上或上方。在图2所示的例子中,多个电磁体45设置于喷淋头13之上。

[0079] 一个以上的电磁体45各自包含线圈。在图2所示的例子中,电磁体46~49包含线圈61~64。线圈61~64绕中心轴线Z卷绕。中心轴线Z可以通过基片W或基片支承部11的中心轴线。即,在电磁体组件3中,线圈61~64可以是环状线圈。线圈61~64在同一高度位置以中心轴线Z为中心同轴地设置。

[0080] 电磁体组件3还包含线圈架50(或磁轭)。线圈61~64卷绕于线圈架50(或磁轭)。线圈架50例如由磁性材料形成。线圈架50具有柱状部51、多个圆筒部52~55和基部56。基部56具有大致圆盘形状,其中心轴线与中心轴线Z一致。柱状部51和多个圆筒部52~55从基部56的下表面向下方延伸。柱状部51具有大致圆柱形状,其中心轴线与中心轴线Z大致一致。柱状部51的半径例如为30mm。圆筒部52~55相对于中心轴线Z在径向上在柱状部51的外侧延伸。

[0081] 线圈61沿着柱状部51的外周面卷绕,被收纳在柱状部51与圆筒部52之间的槽中。线圈62沿着圆筒部52的外周面卷绕,被收纳在圆筒部52与圆筒部53之间的槽中。线圈63沿着圆筒部53的外周面卷绕,被收纳在圆筒部53与圆筒部54之间的槽中。线圈64沿着圆筒部54的外周面卷绕,被收纳在圆筒部54与圆筒部55之间的槽中。

[0082] 一个以上电磁体45所包含的各线圈于电流源65连接。从电流源65对一个以上电磁体45所包含的各线圈的电流的供给和供给停止、电流的方向、以及电流值,由控制部2控制。另外,在等离子体处理装置1设有多个电磁体45的情况下,可以将多个电磁体45的各线圈与一个电流源连接,也可以单独地连接彼此不同的电流源。

[0083] 一个以上电磁体45在腔室10内形成关于中心轴线Z轴对称的磁场。通过控制对一个以上电磁体45的每一者供给的电流,能够相对于中心轴线Z在径向上调节磁场的强度分布(或磁通密度)。由此,等离子体处理装置1调节在腔室10内生成的等离子体的密度的径向上的分布。

[0084] 图3是表示基片支承部11的上表面的一个例子的图。如图3所示,基片支承部11包括用于支承基片W的中央区域111a和用于支承环组件112的环状区域111b。中央区域111a如图3中以虚线表示的那样,包括多个分区111c。在本实施方式中,温度调节模块能够按分区111c单位来控制基片W或基片支承部11的温度。分区111c的个数以及各分区111c的面积和形状可以根据基片W的温度控制中所需的条件来适当设定。

[0085] 图4是表示基片支承部11的截面的一个例子的图。图4表示图3的AA'处的基片支承部11的截面的一部分。如图4所示,基片支承部11具有静电吸盘1111、基座1110和控制基板80。静电吸盘1111在其内部具有多个加热器200和多个电阻体201。在本实施方式中,在图3所示的各分区111c中,在静电吸盘1111的内部配置有一个加热器200和电阻体201。在各分区111c中,电阻体201配置在加热器200的附近。在一个例子中,电阻体201能够配置在加热器200与基座1110之间,与基座1110相比更接近加热器200的位置。电阻体201构成为其电阻值能够随温度变化。在一个例子中,电阻体201也可以是热敏电阻(温度传感器)。

[0086] 基座1110具有从基座1110的上表面(与静电吸盘1111相对的面)贯通至下表面(与控制基板80相对的面)的一个或多个贯通孔90。多个加热器200和多个电阻体201能够经由贯通孔90与控制基板80电连接。在本实施方式中,在贯通孔90的上表面侧的一端嵌合有连接器91,在贯通孔90的下表面侧的一端嵌合有连接器92。在连接器91电连接有多个加热器200和多个电阻体201。多个加热器200和多个电阻体201例如可以经由配置于静电吸盘1111

的内部配线,与连接器91连接。连接器92与控制基板80电连接。此外,在贯通孔90,配置有将连接器91与连接器92电连接的多个配线93。由此,多个加热器200和多个电阻体201能够经由贯通孔90与控制基板80电连接。另外,连接器92可以作为将控制基板80固定于基座1110的支承部件发挥功能。

[0087] 控制基板80是配置有控制多个加热器200和/或多个电阻体201的元件的基片。控制基板80能够与基座1110的下表面相对地,平行于该下表面配置。控制基板80可以被导体部件包围地配置。控制基板80可以由连接器92以外的支承部件支承于基座1110。

[0088] 控制基板80能够经由配线73与电功率供给部70电连接。即,电功率供给部70能够经由控制基板80与多个加热器200电连接。电功率供给部70生成要供给到多个加热器200的电功率。由此,从电功率供给部70供给至控制基板80的电功率能够经由连接器92、配线93和连接器91被供给到多个加热器200。另外,也可以在电功率供给部70与控制基板80之间配置降低RF的RF滤波器。该RF滤波器可以设置在等离子体处理腔室10的外部。

[0089] 另外,控制基板80能够经由配线75与控制部2可通信地连接。配线75可以是光纤。在该情况下,控制基板80通过光通信与控制部2进行通信。此外,配线75也可以是金属配线。

[0090] 图5是表示控制基板80的结构的一个例子的框图。在控制基板80配置有控制部81、作为元件的一个例子的多个供给部82和多个测量部83。多个供给部82和多个测量部83与多个加热器200和多个电阻体201分别对应地设置。可以对于一个加热器200和一个电阻体201,设置一个供给部82和一个测量部83。

[0091] 各测量部83生成基于与各测量部83对应地设置的各电阻体201的电阻值的电压,供给到控制部81。测量部83可以构成为能够将根据电阻体201的电阻值生成的电压转换为数字信号而输出到控制部81。

[0092] 控制部81在各分区111c中控制基板W的温度。控制部81基于从控制部2接收到的设定温度和从测量部83接收到的数字信号所示的电压,来控制供给到多个加热器200的电功率供给。作为一个例子,控制部81基于从测量部83接收到的数字信号所示的电压,计算电阻体201的温度(以下也称为“测量温度”)。而且,控制部81基于设定温度和测量温度,来控制各供给部82。各供给部82基于控制部81的控制,来切换是否将从电功率供给部70供给来的电功率供给到各加热器200。此外,各供给部82也可以基于控制部81的控制,使从电功率供给部70供给来的电功率增加或减少,而供给到各加热器200。由此,能够使基片W、静电吸盘1111和/或基座1110成为规定的温度。

[0093] <基片处理系统的结构例>

[0094] 图5A是用于说明基片处理系统的结构例的图。图5A概略地表示一个例示的实施方式的基片处理系统(以下称为“基片处理系统PS”)。

[0095] 基片处理系统PS具有基片处理室PM1~PM6(以下也统称为“基片处理模块PM”)、输送模块TM、装载锁定模块LLM1和LLM2(以下也统称为“装载锁定模块LLM”)、装载模块LM和装载端口LP1~LP3(以下也统称为“装载端口LP”)。控制部CT控制基片处理系统PS的各结构,对基片W执行给定的处理。

[0096] 基片处理模块PM在其内部对基片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、清洁处理、灰化处理等处理。基片处理室PM1~PM6中的至少一者可以是图1或图2所示的等离子体处理装置1。另外,基片处理室PM1~PM6中的至少一者也可以是

使用电感耦合型等离子体、微波等离子体等任意的等离子体源的等离子体处理装置。晶片处理室PM1~PM6中的至少一者还可以是测量模块,例如可以使用光学方法测量形成于晶片W上的膜的膜厚、形成于晶片W上的图案的尺寸等。

[0097] 输送模块TM具有输送晶片W的输送装置,在晶片处理模块PM之间或者晶片处理模块PM与装载锁定模块LLM之间输送晶片W。晶片处理模块PM和装载锁定模块LLM与输送模块TM相邻地配置。输送模块TM与晶片处理模块PM和装载锁定模块LLM通过可开闭的闸门在空间上隔离或连结。

[0098] 在一个实施方式中,输送模块TM所包含的输送装置从输送模块TM向作为晶片处理模块PM的一例的等离子体处理装置1的等离子体处理空间10s输送晶片W。该输送装置将晶片W载置于晶片支承部11的中央区域111a。等离子体处理装置1可以具有升降器,该输送装置可以将晶片W载置于升降器。升降器构成为能够在设置于晶片支承部11的多个贯通孔的内部上升和下降。当升降器上升时,升降器的前端从晶片支承部11的中央区域111a突出,在该位置保持晶片W。当升降器下降时,升降器的前端被收纳在晶片支承部11中,晶片W被载置在晶片支承部11的中央区域111a。作为一例,输送装置可以是输送硅晶片等的晶片的机械臂。

[0099] 装载锁定模块LLM1和LLM2设置在输送模块TM与装载模块LM之间。装载锁定模块LLM能够将其内部的压力切换为大气压或真空。“大气压”可以是晶片处理系统PS所包含的各模块的外部的压力。另外,“真空”是比大气压低的压力,例如可以是0.1Pa~100Pa的中真空。装载锁定模块LLM从大气压的装载模块LM向真空的输送模块TM输送晶片W,还从真空的输送模块TM向大气压的装载模块LM输送晶片W。

[0100] 装载模块LM具有输送晶片W的输送装置,在装载锁定模块LLM与装载端口LP之间输送晶片W。在装载端口LP内的内部能够载置例如可容纳25个晶片W的FOUP(Front Opening Unified Pod:前开式晶片传送盒)或者空的FOUP。装载模块LM从装载端口LP内的FOUP取出晶片W,并将其输送到装载锁定模块LLM。另外,装载模块LM从装载锁定模块LLM取出晶片W,并将其输送到装载端口LP内的FOUP。

[0101] 控制部CT控制晶片处理系统PS的各结构,对晶片W执行给定的处理。控制部CT保存有设定了工艺的流程、工艺的条件、输送条件等的工艺方案,按照该工艺方案来控制晶片处理系统PS的各结构,以对晶片W执行给定的处理。控制部CT可以兼具图1所示的控制部2的一部分或全部的功能。

[0102] <第一实施方式中的等离子体处理方法的一例>

[0103] 第一实施方式中的公开提供一种简单且可靠地检测等离子体处理的终点的技术。图6是表示一个例示的实施方式的等离子体处理方法(以下也称为“本等离子体处理方法”)的流程图。如图6所示,本等离子体处理方法包括:配置晶片的步骤(ST1);设定晶片的温度的步骤(ST2);对晶片进行等离子体处理的步骤(ST3);获取各加热器的供电功率的步骤(步骤ST4);计算离子通量的分布数据的步骤(步骤ST5);和检测等离子体处理的终点的步骤(ST6)。各步骤中的处理可以由图1所示的等离子体处理系统执行。以下,作为一例,控制部2控制等离子体处理装置1的各部,执行本等离子体处理方法。

[0104] 首先,在步骤ST1中,将晶片配置于晶片支承部11。晶片可以是形成半导体元件的晶片。接着,在步骤ST2中,设定晶片的温度。在一例中,控制部2对配置于控制基板80的控制

部81进行控制,以使得在各分区111c中基片的温度成为设定温度。另外,控制部2获取在基片的温度稳定于设定温度的状态下供给至各加热器200的电功率,并将其保存在存储部2a2中。

[0105] 在基片的温度稳定于设定温度后,在步骤ST3中,在等离子体处理腔室10内生成等离子体,对基片进行等离子体处理。等离子体处理可以包含用于在基片形成半导体元件的等离子体蚀刻处理。

[0106] 在一个实施方式的步骤ST3中,处理气体由图2所示的气体供给部20供给到喷淋头13,并从喷淋头13供给到等离子体处理空间10s。此时供给的处理气体包含生成基片W的蚀刻处理所需的活性种的气体。然后,从RF电源31对上部电极和/或下部电极供给一个或多个RF信号。等离子体处理空间10s内的气氛从气体排出口10e被排出,等离子体处理空间10s的内部可以被减压。由此,在等离子体处理空间10s生成等离子体,对基片W进行等离子体蚀刻处理。

[0107] 接着,在步骤ST4中,获取向多个加热器200供给的供给电功率。在步骤ST2、步骤ST3和步骤ST4中,控制部2控制供给到各加热器200的电功率,使得各分区111c中的基片的温度成为设定温度。然后,在一个实施方式中,控制部2获取步骤ST3的在生成有等离子体的状态下分别供给到多个加热器200的电功率。能够持续地(连续地)或断续地获取向多个加热器200供给的供给电功率。控制部2能够将步骤ST4中获取的向多个加热器200供给的供给电功率保存在存储部2a2中。

[0108] 接着,在步骤ST5中,计算离子通量的分布数据。分布数据可以是在等离子体处理腔室10内生成的等离子体与基片之间产生的离子通量的分布数据。

[0109] 离子通量的分布数据可以基于在配置于基片支承部11的基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的热通量来计算。例如,在配置于基片支承部11的基片的温度一定的情况下,在基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的离子通量 Γ_i ($\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$),与在基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的热通量 Γ_{heat} (W/m^2)之间可以具有以下的关系。

[0110] $\Gamma_i \times V_{\text{dc}} \propto \Gamma_{\text{heat}}$ 式(1)

[0111] 在此, V_{dc} (V)是在基片与等离子体之间产生的偏置电压(V)。另外,在配置于基片支承部11的基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的热通量 Γ_{heat} 可以基于步骤ST4中获取到的供给电功率来计算。在一例中,各分区111c中的热通量 Γ_{heat} 可以基于以下的数学式来计算。

[0112] $\Gamma_{\text{heat}} = (P_0 - P_{\text{htr}}) / A$ 式(2)

[0113] 在此, P_0 是在没有生成等离子体的状态下对该分区111c的加热器200供给的电功率(W)。即, P_0 是步骤ST12中获取到的、对该分区111c的加热器200供给的电功率。另外, P_{htr} 是在生成了等离子体的状态下对该分区111c的加热器200供给的电功率(W)。即, P_{htr} 是步骤ST4中获取到的、对该分区111c的加热器200供给的电功率。作为一例, P_{htr} 可以是生成等离子体后的向该分区111c的加热器200供给的电功率(W)大致一定时的电功率(W)。另外,A是该分区111c的面积(m^2)。控制部2能够将步骤ST5中计算出的离子通量的分布数据保存在存储部2a2中。在一个实施方式中,在等离子体处理中,能够持续地(连续地)或断续地计算离子通量的分布数据。

[0114] 图7是表示离子通量的分布数据的一例的图。离子通量的分布数据可以用颜色区分表示或者用浓淡区分表示离子通量的强弱而将其可视化。分布数据不仅包含图7所示的离子通量的分布本身,还包含与该分布对应的各种数值信息。此外,作为一例,图7表示对于具有300mm的直径的晶片计算出的分布数据。

[0115] 接着,在步骤ST6中,基于离子通量的分布数据,来检测等离子体处理的终点。图8表示对形成于晶片W的基底膜300上的含硅膜(被蚀刻膜)301进行蚀刻的等离子体处理的一例。在一个实施方式中,在含硅膜301上形成有形成规定图案的掩模膜302。在一个实施方式中,等离子体处理使用在含硅膜301与基底膜300之间可得到充分的选择比的处理气体来进行。在一个实施方式中,当含硅膜301被蚀刻时,在等离子体与晶片之间产生的离子通量减少。如图9所示,通过监视离子通量的分布数据的时间变化,检测离子通量的分布数据的值比规定的阈值低的情况,而能够检测含硅膜301的等离子体处理(蚀刻处理)的终点。等离子体处理的终点可以通过在晶片面内的整个面中离子通量的分布数据的值低于阈值来检测,也可以通过在晶片面内的一部分中离子通量的分布数据的值低于阈值来检测。等离子体处理的终点也可以包含通过晶片的中央区域的离子通量的值低于阈值来检测的情况、通过晶片的外周区域的离子通量的值低于阈值来检测的情况。

[0116] 控制部2也可以基于检测到等离子体处理的终点,而停止腔室10中的处理气体的供给和RF生成源信号的供给。在晶片处理中,可以接着步骤ST6进行下一等离子体处理,该情况下也可以与步骤ST6同样地检测等离子体处理的终点。即,可以在连续的多个等离子体处理例如不同的层叠膜的各等离子体处理中分别检测终点,也可以在一部分等离子体处理中检测终点。等离子体处理可以包含:含硅膜的蚀刻;有机膜的蚀刻;金属膜、含金属膜的蚀刻;附着于处理腔室内的副产物的清洁;有机膜的灰化等。

[0117] 根据本公开的例示的实施方式,等离子体处理方法包括:(a)将晶片配置于晶片支承部11的步骤;(b)在腔室10内生成等离子体的步骤,来对位于晶片支承部11的晶片执行等离子体处理;(c)获取分布数据的步骤,该分布数据是关于(b)步骤中在腔室10内生成的等离子体与配置于晶片支承部11的晶片之间产生的离子通量的分布的数据;和(d)基于分布数据来检测等离子体处理的终点的步骤。根据本例示的实施方式,能够获取离子通量的分布数据,基于该分布数据来检测等离子体处理的终点。由此,不需要为了检测等离子体处理的终点而准备光学设备或者在腔室设置检测窗,能够简单且可靠地检测等离子体处理的终点。在检测窗沉积有反应生成物等的情况下,有时需要进行清洁检测窗等维护,但根据本例示的实施方式,不需要该维护,能够提高装置的生产率(throughout)。

[0118] <第二实施方式中的等离子体处理方法的一例>

[0119] 第二实施方式中的公开提供一种掌握等离子体的过渡期的腔室内的状态的技术。图10是表示一个例示的实施方式的等离子体处理方法(以下也称为“本等离子体处理方法”)的流程图。如图10所示,本等离子体处理方法包括:配置晶片的步骤(ST1);设定晶片的温度的步骤(ST2);对晶片进行等离子体处理的步骤(ST3);获取各加热器的供给电功率的步骤(步骤ST4);和计算离子通量的分布数据的步骤(步骤ST5)。各步骤中的处理可以由图1所示的等离子体处理系统执行。以下,作为一例,控制部2控制等离子体处理装置1的各部,执行本等离子体处理方法。

[0120] 首先,在步骤ST1中,将晶片配置于晶片支承部11。晶片可以是形成半导体元件的

基片。接着,在步骤ST2中,设定基片的温度。在一例中,控制部2对配置于控制基板80的控制部81进行控制,以使得在各分区111c中基片的温度成为设定温度。另外,控制部2获取在基片的温度稳定于设定温度的状态下供给至各加热器200的电功率,并保存在存储部2a2中。

[0121] 在基片的温度稳定于设定温度之后,在步骤ST3中,在等离子体处理腔室10内生成等离子体,对基片进行等离子体处理。等离子体处理可以包含用于在基片形成半导体元件的等离子体蚀刻处理。

[0122] 在一个实施方式的步骤ST3中,处理气体由图2所示的气体供给部20供给到喷淋头13,并从喷淋头13供给到等离子体处理空间10s。此时供给的处理气体包含生成基片W的蚀刻处理所需的活性种的气体。然后,从RF电源31对上部电极和/或下部电极供给一个或多个RF信号。等离子体处理空间10s内的气氛从气体排出口10e被排出,等离子体处理空间10s的内部可以被减压。由此,在等离子体处理空间10s生成等离子体,对基片W进行等离子体蚀刻处理。

[0123] 接着,在步骤ST4中,获取向多个加热器200供给的供给电功率。在步骤ST3和步骤ST4中,控制部2控制供给到各加热器200的电功率,以使得各分区111c中的基片的温度成为设定温度。然后,在一个实施方式中,在步骤ST4中,控制部2获取在从刚要生成等离子体起到生成了等离子体的状态下对多个加热器200分别供给的电功率。能够持续地(连续地)或断续地获取向多个加热器200供给的供给电功率。控制部2能够将步骤ST4中获取到的向多个加热器200供给的供给电功率保存在存储部2a2中。

[0124] 接着,在步骤ST5中,计算离子通量的分布数据。分布数据可以是在等离子体处理腔室10内生成的等离子体与基片之间产生的离子通量的分布数据。

[0125] 离子通量的分布数据可以基于在配置于基片支承部11的基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的热通量来计算。例如,在配置于基片支承部11的基片的温度一定的情况下,在基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的离子通量 Γ_i ($\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$),与在基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的热通量 Γ_{heat} (W/m^2)之间可以具有以下的关系。

[0126] $\Gamma_i \times V_{\text{dc}} \propto \Gamma_{\text{heat}}$ 式(1)

[0127] 在此, V_{dc} (V)是在基片与等离子体之间产生的偏置电压(V)。另外,在配置于基片支承部11的基片与等离子体处理腔室10内生成的等离子体之间产生的热通量 Γ_{heat} 可以基于步骤ST14中获取到的供给电功率来计算。在一例中,各分区111c中的热通量 Γ_{heat} 可以基于以下的数学式来计算。

[0128] $\Gamma_{\text{heat}} = (P_0 - P_{\text{htr}}) / A$ 式(2)

[0129] 在此, P_0 是在没有生成等离子体的状态下对该分区111c的加热器200供给的电功率(W)。即, P_0 是步骤ST12中获取到的、对该分区111c的加热器200供给的电功率。另外, P_{htr} 是在生成了等离子体的状态下对该分区111c的加热器200供给的电功率(W)。即, P_{htr} 是步骤ST4中获取到的、对该分区111c的加热器200供给的电功率。另外,A是该分区111c的面积(m^2)。控制部2能够将步骤ST5中计算出的离子通量的分布数据保存在存储部2a2中。在一个实施方式中,在等离子体处理中,能够持续地(连续地)或断续地计算离子通量的分布数据。

[0130] 图11是表示离子通量的分布数据的一例的图。离子通量的分布数据能够反映在基片上形成的等离子体的过渡期的状态。离子通量的分布数据可以用颜色区分表示或者用浓

淡区分表示离子通量的强弱而将其可视化。离子通量的分布数据可以是等离子体的状态发生变化的过渡期中的分布数据。等离子体的过渡期可以包含：等离子体的生成开始时（点火时）、等离子体处理的步骤的切换时、等离子体的生成结束时（熄灭时）等。等离子体生成开始时的等离子体的过渡期可以包含从等离子体的状态变化的时期，即要生成等离子体的瞬间至所生成的等离子体稳定为止。该等离子体的生成开始能够由等离子体处理腔室10中的处理气体的供给和RF生成源信号的供给这两者来决定。此外，处理气体的供给和RF生成源信号的供给可以同时进行，也可以先进行其中一者。等离子体处理的步骤的切换时可以包含向腔室10供给第一处理气体的第一步骤与供给第二处理气体的第二步骤的切换时、向下部电极或上部电极的至少任一者供给第一信号的第一步骤与供给第二信号的第二步骤的切换时、将腔室10内的压力调节为第一压力的第一步骤与将腔室10内的压力调节为第二压力的第二步骤的切换时等。另外，切换等离子体处理的步骤时还包含切换向腔室10供给的处理气体、向下部电极或上部电极供给的信号、腔室10内的压力中的至少任一者时。

[0131] 图11是等离子体的生成开始时的状态的分布数据的一例。在图11所示的例子中，在该图的上部的外缘区域、右下部的的外缘区域中，离子通量高于其它区域，能够掌握基片上的等离子体生成开始时的状态下的离子通量的分布。

[0132] 在步骤ST5中，能够计算离子通量的分布数据的时间变化。图12表示等离子体的生成开始后（从生成开始起经过规定时间后）的分布数据的一例。根据图11和图12所示的分布数据，能够掌握等离子体生成开始时的离子通量的分布的经时变化。能够持续地（连续地）或断续地计算分布数据。

[0133] 根据本公开的例示的实施方式，等离子体处理方法包括：(a) 将基片配置于基片支承部11的步骤；(b) 在腔室10内生成等离子体，来对位于基片支承部11的基片执行等离子体处理的步骤；和(c) 获取分布数据的步骤，该分布数据是关于腔室10内生成的等离子体的状态发生变化的过渡期中的、在等离子体与配置于基片支承部11的基片之间产生的离子通量的分布的数据。根据本例示的实施方式，通过获取等离子体的过渡期的状态下的离子通量的分布数据，能够掌握基片上的等离子体的过渡期的状态。由此，能够检测在等离子体的过渡期可能发生的由颗粒产生等引起的异常。而且，也能够掌握基片上的异常的部位。

[0134] 本等离子体处理方法在(c)步骤中获取分布数据的时间变化，因此能够准确地掌握等离子体的过渡期的腔室10内的状态。

[0135] 图13是表示一个例示的实施方式的等离子体处理方法的流程图。如图13所示，本等离子体处理方法除了包括上述步骤ST1至步骤ST5以外，还可以包括基于分布数据来判断等离子体的过渡期的状态是否存在异常的步骤(ST6)。本等离子体处理方法还可以包括基于分布数据来确定等离子体的过渡期的状态存在异常的地部位步骤(ST7)。

[0136] 在步骤ST6中，在分布数据中设定异常的阈值，将分布数据与阈值进行比较，在分布数据为阈值以下的情况下（步骤ST6：“否”），判断为等离子体的过渡期的状态没有异常。在分布数据超过阈值的情况下（步骤ST6：“是”），判断为等离子体的过渡期的状态存在异常。在该情况下，控制部2也可以停止等离子体处理。然后，在步骤ST7中，根据分布数据，确定超过阈值的部分，即在基片上等离子体的过渡期的状态存在异常的部位。能够将存在异常的地部位的位置信息保存在存储部2a2中。

[0137] <第三实施方式中的等离子体处理方法的一例>

[0138] 第三实施方式中的公开提供一种检测基片的位置偏移的技术。图14是表示一个例示的实施方式的等离子体处理方法(以下也称为“本方法”)的流程图。本方法是基片处理方法的一例。如图14所示,本方法包括:获取第一温度分布数据的步骤(步骤ST1);配置基片的步骤(步骤ST2);获取第二温度分布数据的步骤(步骤ST3);和检测基片的相对位置的步骤(步骤ST4)。本方法还可以包括修正基片的位置的步骤(步骤ST5)和/或对基片进行等离子体处理的步骤(步骤ST6)。本方法的各步骤中的处理可以通过使等离子体处理装置1和/或基片处理系统PS主要按照控制部2和/或控制部CT的控制进行工作来执行。以下,作为一例,主要以控制部2控制等离子体处理装置1的各部来执行本方法的情况为例进行说明。

[0139] (步骤ST1:获取第一温度分布数据)

[0140] 在步骤ST1中获取第一温度分布数据。第一温度分布数据是包含没有配置基片W的状态的基片支承部11的中央区域111a的温度分布(以下也称为“第一温度分布”)的数据。

[0141] 首先,将基片支承部11的温度调节为设定温度。在一例中,控制部2对配置于控制基板80的控制部81进行控制,以使得在各分区111c中基片支承部11的温度成为设定温度。

[0142] 接着,在基片支承部11的温度稳定于设定温度的状态下,计算各分区111c的电阻体201的测量温度。在一个实施方式中,可以在即将将基片W配置在基片支承部11之前计算测量温度。控制部2基于各分区111c的电阻体201的测量温度来计算基片支承部11的中央区域111a的温度分布(第一温度分布),并将其作为第一温度分布数据保存在存储部2a2中。

[0143] 图15是表示第一温度分布的一例的示意图。在图15中,“H”表示与“L”相比温度高。在该例中,第一温度分布TD11在基片支承部11的中央区域111a的各分区111c是均匀的。

[0144] (步骤ST2:配置基片)

[0145] 在步骤ST2中,将基片W配置于基片支承部11。基片W被输送装置输送至腔室10内,配置于基片支承部11的中央区域111a。在基片支承部11设置有升降器的情况下,输送装置可以将基片W载置于升降器。即,基片W可以通过从输送装置向升降器交接并使该升降器下降而配置于基片支承部11。接着,向静电吸盘1111供给直流电压,基片W被吸附保持在基片支承部11上。在一个实施方式中,输送装置可以是图5A所示的输送模块TM所包含的输送装置。输送装置可以是构成为在基片W的背面支承基片W的机械臂HD。基片W可以在相对于机械臂HD的基准位置进行了位置对准后被机械臂HD支承。

[0146] 图16A是表示步骤ST2的处理中的基片W的一例的示意图。图16A是基片W被机械臂HD支承的状态的一例。图16B是表示步骤ST2的处理后的基片W的一例的示意图。图16B是图16A所示的基片W配置于基片支承部11的中央区域111a的状态的一例。

[0147] 对基片W预先进行了其中心位置与机械臂HD的基准位置的对位。但是,由于到达腔室10的输送路径中的基片W的交接或机械臂HD的振动等,机械臂HD上的基片W的位置可能发生偏移。即,如图16A所示,存在机械臂HD上的基片W发生位置偏移的情况。在该状态下,当将基片W从机械臂HD配置在基片支承部11时,如图16B所示,基片支承部11上的基片W可能发生位置偏移。在图16B中,基片W在基片支承部11的中央区域111a中配置于偏离的位置,基片W的中心C从基片支承部11的基准位置(例如中央区域111a的中心O)偏移。

[0148] (步骤ST3:获取第二温度分布数据)

[0149] 在步骤ST3中获取第二温度分布数据。第二温度分布数据是包含配置有基片W的状态的基片支承部11的中央区域111a的温度分布(以下也称为“第二温度分布”)的数据。

[0150] 在晶片支承部11上配置有晶片W的状态下,计算各分区111c的电阻体201的测量温度。控制部2基于各分区111c的电阻体201的测量温度来计算晶片支承部11的中央区域111a的温度分布(第二温度分布),并将其作为第二温度分布数据保存在存储部2a2中。在一个实施方式中,测量温度可以在晶片W刚配置于晶片支承部11之后计算。认为配置有晶片W的分区111c的温度在刚配置晶片W之后,由于与晶片W的温度差而暂时上升或下降,在经过一定期间后又回到设定温度。通过在刚配置晶片W之后立即计算测量温度,在第二温度分布数据中,配置有晶片W的部位的温度区域能够与其余部位的温度区域不同地显现出来。

[0151] 图17是表示第二温度分布的一例的示意图。图17是图16B所示的状态下的第二温度分布的一例。在图17中,“H”表示与“L”相比温度高。在图17中,配置有晶片W的区域与其余部位相比低(该例子是输送的晶片W的温度比晶片支承部11的设定温度低的情况的例子)。即,在第二温度分布TD21中,与晶片W的位置偏移(图16B)相对应地显现出温度低的区域。

[0152] (步骤ST4:检测晶片的相对位置)

[0153] 在步骤ST4中,基于第一温度分布数据和第二温度分布数据,检测晶片W相对于晶片支承部11的相对位置。首先,控制部2对保存在存储部2a2中的第一温度分布数据和第二温度分布数据晶片W进行比较。基于比较结果,控制部2将产生温度变化或温度变化为给定温度以上的部分推断为配置有晶片W的部位,由此检测晶片W的外缘(边缘)WE的一部分(或全部)的位置。

[0154] 图18是用于说明检测晶片的相对位置的方法的一例的图。控制部2根据检测出的晶片W的外缘WE的一部分(或全部)来计算晶片W的中心C的位置。由此,检测出晶片W的中心C相对于晶片支承部11的中央区域111a的中心(基准位置O)的相对位置。在一例中,相对位置可以包含晶片W的中心位置C与基准位置O的位置偏移量“d”和位置偏移角度“ θ ”。位置偏移角度“ θ ”例如可以是相对于从基准位置O向规定的方向延伸的基准线的角度。控制部2将检测出的相对位置保存在存储部2a2中。

[0155] (步骤ST5:修正晶片的位置)

[0156] 在步骤ST5中,修正晶片W的位置。

[0157] 图19是表示步骤ST5的一例的流程图。如图19所示,步骤ST5可以包括:将晶片送回输送装置的步骤(步骤ST51);修正晶片的位置的步骤(步骤ST52);和将晶片再次配置于晶片支承部的步骤(步骤ST53)。

[0158] 在步骤ST51中,晶片W被送回输送装置。首先,解除静电吸盘1111对晶片W的吸附。接着,利用输送装置从晶片支承部11取出晶片W。在一个实施方式中,晶片W可以经由升降器被交接到输送装置。

[0159] 图20是表示步骤ST51的处理后的晶片W的一例的示意图。图20是图16B所示的晶片W被送回到机械臂HD的状态的一例。在该状态下,机械臂HD上的晶片W依然发生了位置偏移。

[0160] 在步骤ST52中,在输送装置上修正晶片W的位置。控制部2基于保存在存储部2a2中的晶片W相对于晶片支承部11的相对位置,来计算修正量 ΔA 。修正量 ΔA 可以是消除输送装置上的晶片W的位置偏移所需的晶片W和/或输送装置的移动量。基于该修正量 ΔA ,晶片W被配置在输送装置上的正常的位置(相对于该输送装置的基准位置预先设定的位置)。

[0161] 图21是表示步骤ST52的处理后的晶片W的一例的示意图。图21是对图20所示的晶片W进行了位置修正的状态的一例。如图221所示,晶片W在机械臂HD上移动 ΔA ,被配置于机

械臂HD上的正常位置(相对于机械臂HD的基准位置预先设定的位置)。

[0162] 在步骤ST53中,基片W再次被配置在基片支承部11的中央区域111a。步骤ST53可以与步骤ST2同样地执行。

[0163] 图22A是表示步骤ST53的处理中的基片W的一例的示意图。图22A是基片W被机械臂HD支承的状态的一例。图22B是表示步骤ST53的处理后的基片W的一例的示意图。图22B是图22A所示的基片W配置于基片支承部11的中央区域111a的状态的一例。

[0164] 如图22A所示,基片W配置于机械臂HD上的正常位置。由此,如图22B所示,再次配置的基片W无位置偏移地(即,以基片W的中心C与基片支承部11的基准位置O一致的状态)被配置在基片支承部11的中央区域111a。

[0165] 在步骤ST5期间,控制部2可以控制配置于控制基板80的控制部81,以使得基片支承部11的温度在各分区111c中成为设定温度。在该情况下,在执行步骤ST51和步骤ST52的过程中,基片支承部11的中央区域111a的温度分布与第一温度分布TD11相同,在各分区111c变得均匀。

[0166] 图23是表示步骤ST53中刚再次配置基片W之后的中央区域111a的温度分布的一例的示意图。如图23所示,刚将基片W再次配置于基片支承部11后的温度分布TD22与第二温度分布TD21不同,温度低的区域从基片支承部11的中央区域111a的中心呈同心圆状地显现。

[0167] 在步骤ST5中,可以用各种方法修正基片W的位置。例如,可以通过在步骤ST51中使机械臂HD的位置相对于基片支承部11偏移 ΔA 后取出基片W,从而不执行步骤ST52而执行步骤ST53。由此,修正基片W的位置。另外,例如,可以在执行步骤ST51后,不执行步骤ST52而执行步骤ST53。然后,也可以在步骤ST53中使机械臂HD相对于基片支承部11移动 ΔA 而将基片W配置于基片支承部11。由此,修正基片W的位置。另外,基片W的位置也可以在基片支承部11上进行修正。例如,可以通过使升降器的突出高度变化和/或使基片支承部11倾斜等来使基片W在基片支承部11上移动 ΔA ,从而修正基片W的位置。

[0168] (步骤ST6:对基片进行等离子体处理)

[0169] 在步骤ST6中,基片W被等离子体处理。在一个实施方式中,等离子体处理包括使用等离子体对基片W上的膜进行蚀刻的蚀刻处理。

[0170] 图24是表示步骤ST6的一例的流程图。步骤ST6可以包括供给处理气体的步骤(步骤ST61)和生成等离子体的步骤(步骤ST62)。

[0171] 在步骤ST61中,处理气体由气体供给部20供给到喷淋头13,再从喷淋头13供给到等离子体处理空间10s。此时供给的处理气体包含生成基片W的蚀刻处理所需的活性种的气体。

[0172] 在步骤ST62中,生成源RF信号从RF电源31被供给到上部电极和/或下部电极。等离子体处理空间10s内的气氛从气体排出口10e被排出,等离子体处理空间10s的内部可以被减压。由此,在等离子体处理空间10s生成等离子体,对基片W进行蚀刻处理。在步骤ST62中也可以向下部电极供给偏置信号。

[0173] 在步骤ST62中,可以对多个加热器200分别供给电功率,以使得多个加热器200各自的温度(由电阻体201检测的温度)成为一定的设定温度。由此,基片支承部11被控制为设定温度。

[0174] 根据本方法,在基片W配置于基片支承部11的状态下,检测基片W相对于基片支承

部11的相对位置,因此能够提高位置偏移的检测精度。另外,根据本方法,基于检测出的相对位置来修正基片W的位置,因此能够抑制基片支承部11上的基片W的位置偏移。而且,根据本方法,在修正基片W的位置之后对基片W进行等离子体处理,因此能够避免由位置偏移引起的等离子体处理的不良。

[0175] 图25是表示本方法的其它例的流程图。如图25所示,本方法还可以包括在步骤ST4之后判断步骤ST4中检测出的位置偏移是否在给定的范围内的步骤ST4A。在本例中,在步骤ST4A中,在判断为位置偏移在给定的范围内的情况下,不执行步骤ST5而执行步骤ST6。另外,在本例中,反复执行步骤ST5、步骤ST3、步骤ST4和步骤ST4A,直到在步骤ST4A中判断为位置偏移在给定的范围内。

[0176] 本发明的实施方式还包括以下的方式。

[0177] (附记1)

[0178] 一种等离子体处理方法,其在具有腔室和配置于上述腔室内的基片支承部的等离子体处理装置中,在上述腔室内生成等离子体来对基片执行等离子体处理,上述等离子体处理方法包括:

[0179] (a) 步骤,将基片配置于上述基片支承部;

[0180] (b) 步骤,在上述腔室内生成等离子体来对位于上述基片支承部的上述基片执行上述等离子体处理;

[0181] (c) 步骤,获取关于在上述(b)步骤中在上述腔室内生成的上述等离子体与配置于上述基片支承部的基片之间产生的离子通量的数据;和

[0182] (d) 步骤,基于上述数据来检测上述等离子体处理的终点。

[0183] (附记2)

[0184] 根据附记1记载的等离子体处理方法,其中,

[0185] 上述关于离子通量的数据是关于上述离子通量的分布的数据。

[0186] (附记3)

[0187] 根据附记1或附记2记载的等离子体处理方法,其中,

[0188] 上述等离子体处理包括对形成于上述基片上的膜进行蚀刻的蚀刻处理,

[0189] 上述(d)步骤检测上述蚀刻处理的终点。

[0190] (附记4)

[0191] 根据附记1至附记3中任一项记载的等离子体处理方法,其中,

[0192] 上述(c)步骤包括:

[0193] (c-1) 步骤,对配置于上述基片支承部内的多个加热器分别供给电功率;

[0194] (c-2) 步骤,获取在上述腔室内生成有等离子体的状态下对上述多个加热器分别供给的电功率;和

[0195] (c-3) 步骤,基于上述(c-2)步骤中对于上述多个加热器分别获取到的电功率,来计算上述数据。

[0196] (附记5)

[0197] 根据附记4记载的等离子体处理方法,其中,

[0198] 上述基片支承部具有支承基片的基片支承面,

[0199] 上述基片支承面包含多个支承区域,

- [0200] 上述多个加热器分别在上述多个支承区域的各支承区域中配置于上述基片支承部。
- [0201] (附记6)
- [0202] 一种等离子体处理装置,其具有腔室、配置于上述腔室内的基片支承部和控制部,
- [0203] 上述控制部执行以下处理:
- [0204] (a) 将基片配置于上述基片支承部,
- [0205] (b) 在上述腔室内生成等离子体来对位于上述基片支承部的上述基片执行上述等离子体处理,
- [0206] (c) 获取关于在上述 (b) 步骤中在上述腔室内生成的上述等离子体与配置于上述基片支承部的基片之间产生的离子通量的数据,
- [0207] (d) 基于上述数据来检测上述等离子体处理的终点。
- [0208] (附记7)
- [0209] 一种等离子体处理方法,其在具有腔室和配置于上述腔室内的基片支承部的等离子体处理装置中,在上述腔室内生成等离子体来对基片执行等离子体处理,上述等离子体处理方法包括:
- [0210] (a) 步骤,将基片配置于上述基片支承部;
- [0211] (b) 步骤,在上述腔室内生成等离子体来对位于上述基片支承部的上述基片执行上述等离子体处理;
- [0212] (c) 步骤,获取分布数据,上述分布数据是关于在上述腔室内生成的等离子体的状态发生变化的过渡期中的、在上述等离子体与配置于上述基片支承部的基片之间产生的离子通量的分布的数据。
- [0213] (附记8)
- [0214] 根据附记7记载的等离子体处理方法,其中,
- [0215] 还包括 (d) 步骤,基于上述分布数据,来判断上述等离子体的过渡期的状态是否存在异常。
- [0216] (附记9)
- [0217] 根据附记8记载的等离子体处理方法,其中,
- [0218] 在上述 (d) 步骤中,基于上述分布数据,来确定上述等离子体的过渡期的状态存在异常的部位。
- [0219] (附记10)
- [0220] 根据附记7至9中任一项记载的等离子体处理方法,其中,
- [0221] 在上述 (c) 步骤中,获取上述分布数据的时间变化。
- [0222] (附记11)
- [0223] 根据附记7至10中任一项记载的等离子体处理方法,其中,
- [0224] 上述过渡期包括等离子体的生成开始时、等离子体处理的步骤切换时的至少任一者。
- [0225] (附记12)
- [0226] 根据附记7至11中任一项记载的等离子体处理方法,其中,
- [0227] 上述 (c) 步骤包括:

- [0228] (c-1) 步骤,对配置于上述基片支承部内的多个加热器分别供给电功率;
- [0229] (c-2) 步骤,获取在上述腔室内生成有等离子体的状态下对上述多个加热器分别供给的电功率;和
- [0230] (c-3) 步骤,基于在上述(c-2)步骤中对于上述多个加热器分别获取到的电功率,来计算上述分布数据。
- [0231] (附记13)
- [0232] 根据附记12记载的等离子体处理方法,其中,
- [0233] 上述基片支承部具有支承基片的基片支承面,
- [0234] 上述基片支承面包含多个支承区域,
- [0235] 上述多个加热器分别在上述多个支承区域的各支承区域中配置于上述基片支承部。
- [0236] (附记14)
- [0237] 一种等离子体处理装置,其具有腔室、配置于上述腔室内的基片支承部和控制部,
- [0238] 上述控制部执行以下处理:
- [0239] (a) 将基片配置于上述基片支承部,
- [0240] (b) 在上述腔室内生成等离子体来对位于上述基片支承部的上述基片执行上述等离子体处理,
- [0241] (c) 获取分布数据,上述分布数据是关于在上述腔室内生成的等离子体的状态发生变化的过渡期中的、在上述等离子体与配置于上述基片支承部的基片之间产生的离子通量的分布的数据。
- [0242] (附记15)
- [0243] 一种基片处理方法,其在具有腔室和配置于上述腔室内的基片支承部的基片处理装置中执行,包括:
- [0244] (a) 步骤,在没有配置基片的状态下,获取包含上述基片支承部的温度分布的第一温度分布数据;
- [0245] (b) 步骤,将基片配置于上述基片支承部;
- [0246] (c) 步骤,在配置有上述基片的状态下,获取包含上述基片支承部的温度分布的第二温度分布数据;和
- [0247] (d) 步骤,基于上述第一温度分布数据和上述第二温度分布数据,来检测上述基片相对于上述基片支承部的相对位置。
- [0248] (附记16)
- [0249] 根据附记15记载的基片处理方法,其中,
- [0250] 上述(d)步骤包括以下步骤:基于上述第一温度分布数据和上述第二温度分布数据,来检测上述基片的外缘相对于上述基片支承部的位置的步骤;和基于上述检测出的上述基片的外缘的位置,来检测上述基片相对于上述基片支承部的基准位置的相对位置。
- [0251] (附记17)
- [0252] 根据附记16记载的基片处理方法,其中,
- [0253] 上述相对位置包含上述基片的中心相对于上述基准位置的位置偏移量和位置偏移角度。

- [0254] (附记18)
- [0255] 根据附记15至附记17中任一项记载的基片处理方法,其中,
- [0256] 还包括(e)步骤,基于上述相对位置来修正上述基片支承部中的上述基片的位置。
- [0257] (附记19)
- [0258] 根据附记18记载的基片处理方法,其中,
- [0259] 上述(e)步骤包括使用输送装置将上述基片再次配置于上述基片支承部上来修正上述基片的位置的步骤。
- [0260] (附记20)
- [0261] 根据附记15至附记19中任一项记载的基片处理方法,其中,
- [0262] 在上述基片支承部内设置有多个温度传感器。
- [0263] (附记21)
- [0264] 根据附记20记载的基片处理方法,其中,
- [0265] 上述基片支承部具有支承基片的基片支承面,上述基片支承面包含多个支承区域,
- [0266] 上述多个温度传感器分别在上述多个支承区域的各支承区域中配置于上述基片支承部。
- [0267] (附记22)
- [0268] 根据附记20或附记21记载的基片处理方法,其中,
- [0269] 上述多个温度传感器各自包括电阻值根据温度而变化的电阻体,在上述(a)步骤中,对上述多个温度传感器各自的电阻体供给电功率,基于该电功率的电压值,来获取上述第一温度分布数据。
- [0270] (附记23)
- [0271] 根据附记20或附记21记载的基片处理方法,其中,
- [0272] 上述多个温度传感器各自包括电阻值根据温度而变化的电阻体,在上述(c)步骤中,对上述多个温度传感器各自的电阻体供给电功率,基于该电功率的电压值,来获取上述第二温度分布数据。
- [0273] (附记24)
- [0274] 一种基片处理系统,其包括基片处理装置和控制部,上述基片处理装置具有腔室和配置于上述腔室内的基片支承部,
- [0275] 上述控制部构成为能够执行以下控制:
- [0276] (a)控制,在没有配置基片的状态下,获取包含上述基片支承部的温度分布的第一温度分布数据;
- [0277] (b)控制,将基片配置于上述基片支承部;
- [0278] (c)控制,在配置有上述基片的状态下,获取包含上述基片支承部的温度分布的第二温度分布数据;和
- [0279] (d)控制,基于上述第一温度分布数据和上述第二温度分布数据,来检测上述基片相对于上述基片支承部的相对位置。
- [0280] 以上的各实施方式是为了说明的目的而记载的,并不意图限定本公开的范围。以上的各实施方式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,可以将

某实施方式中的一部分构成要素追加到其它实施方式中。另外,能够将某实施方式中的一部分构成要素替换为其它实施方式的对应的构成要素。

[0281] 附图标记说明

[0282] 1……等离子体处理装置,2……控制部,10……等离子体处理腔室,10a……侧壁,10b……底壁,10s……等离子体处理空间,11……基片支承部,12……等离子体生成部,70……电功率供给部,73……配线,75……配线,81……控制部,82……供给部,83……测量部,111c……分区,112……环组件,200……加热器,201……电阻体,1110……基座,1110a……流路,1111……静电吸盘,1111a……陶瓷部件,1111b……静电电极。

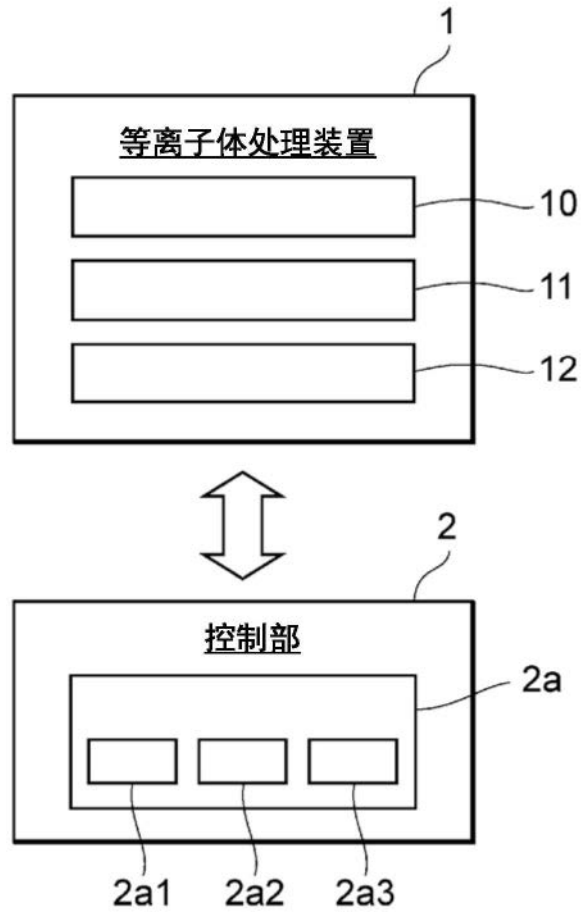


图1

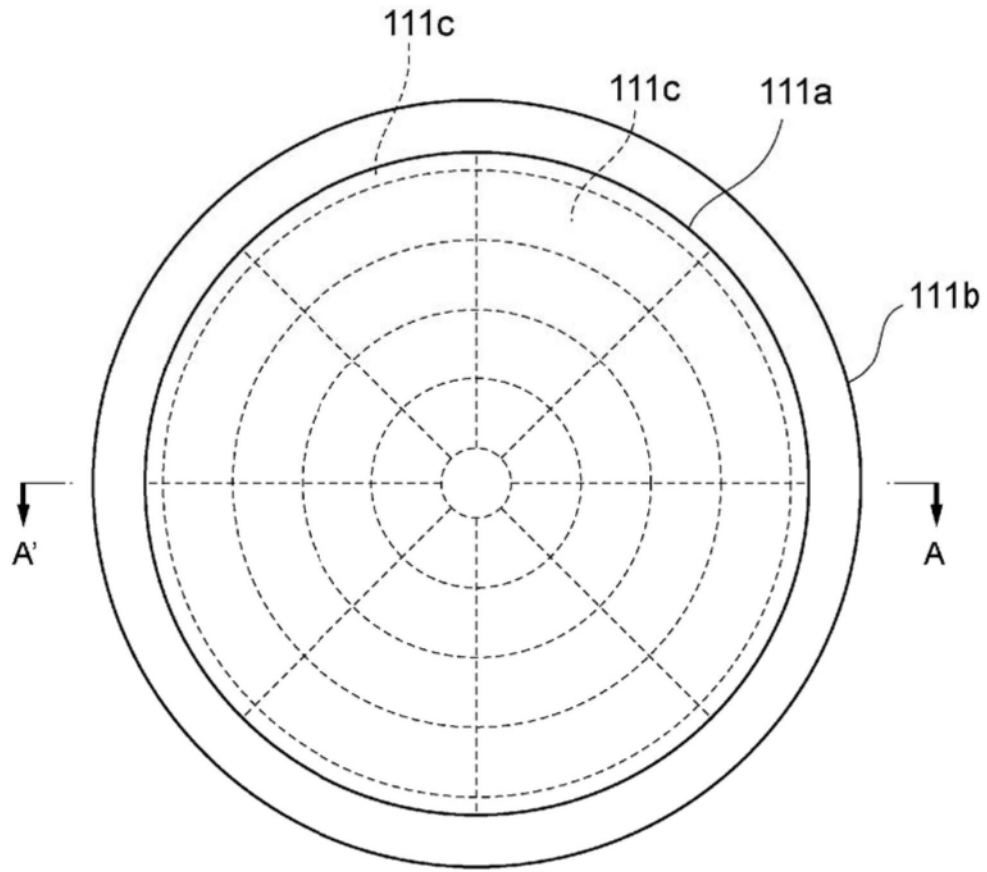


图3

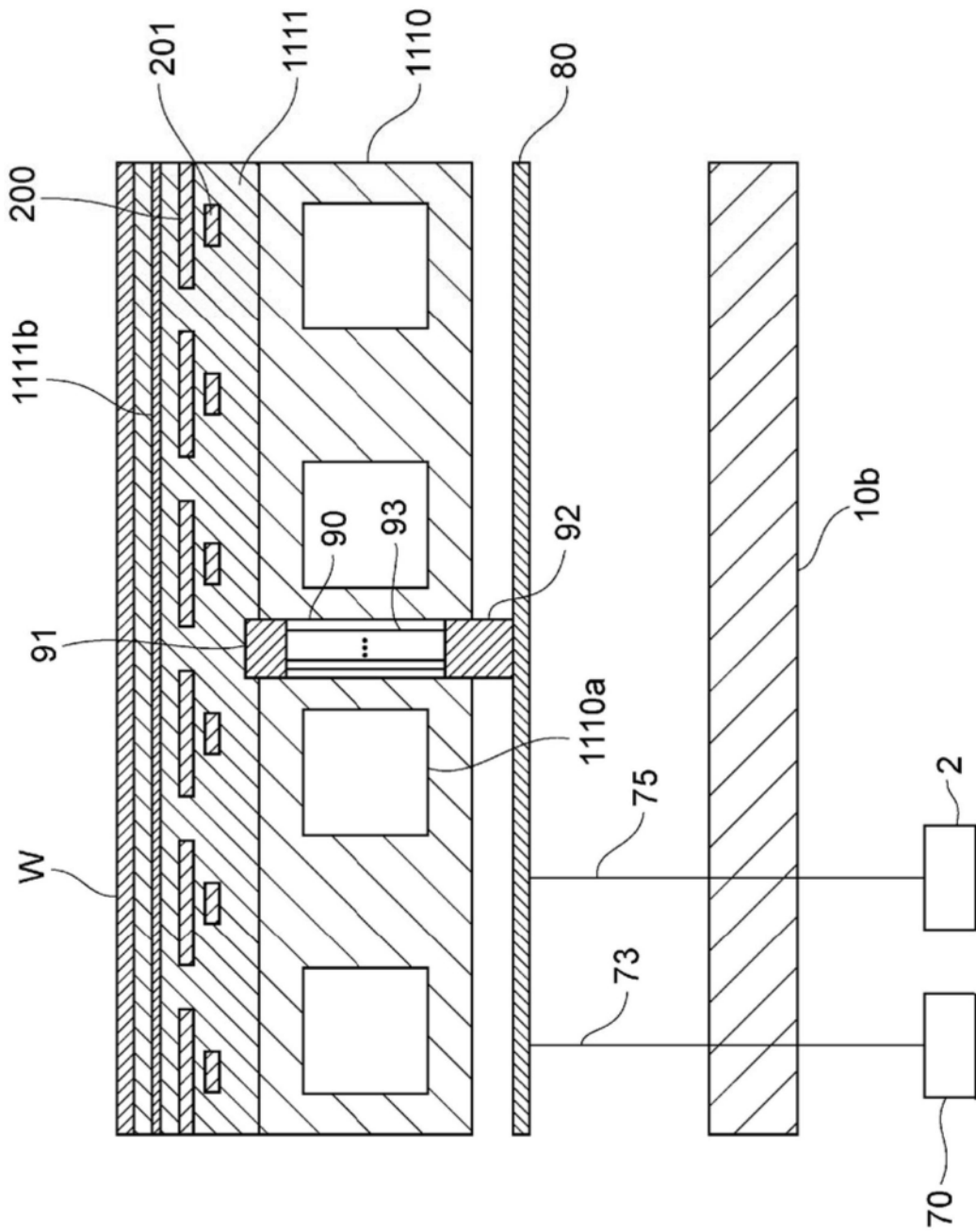


图4

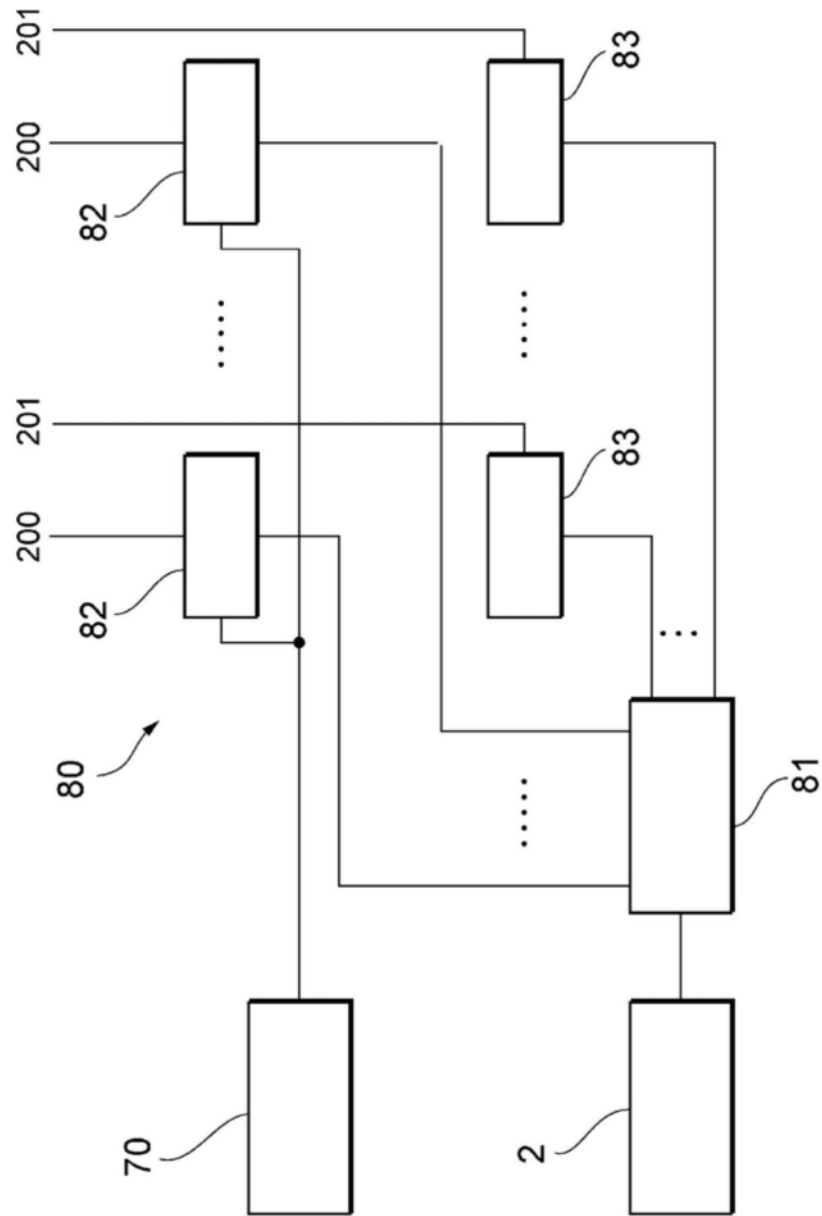


图5

PS

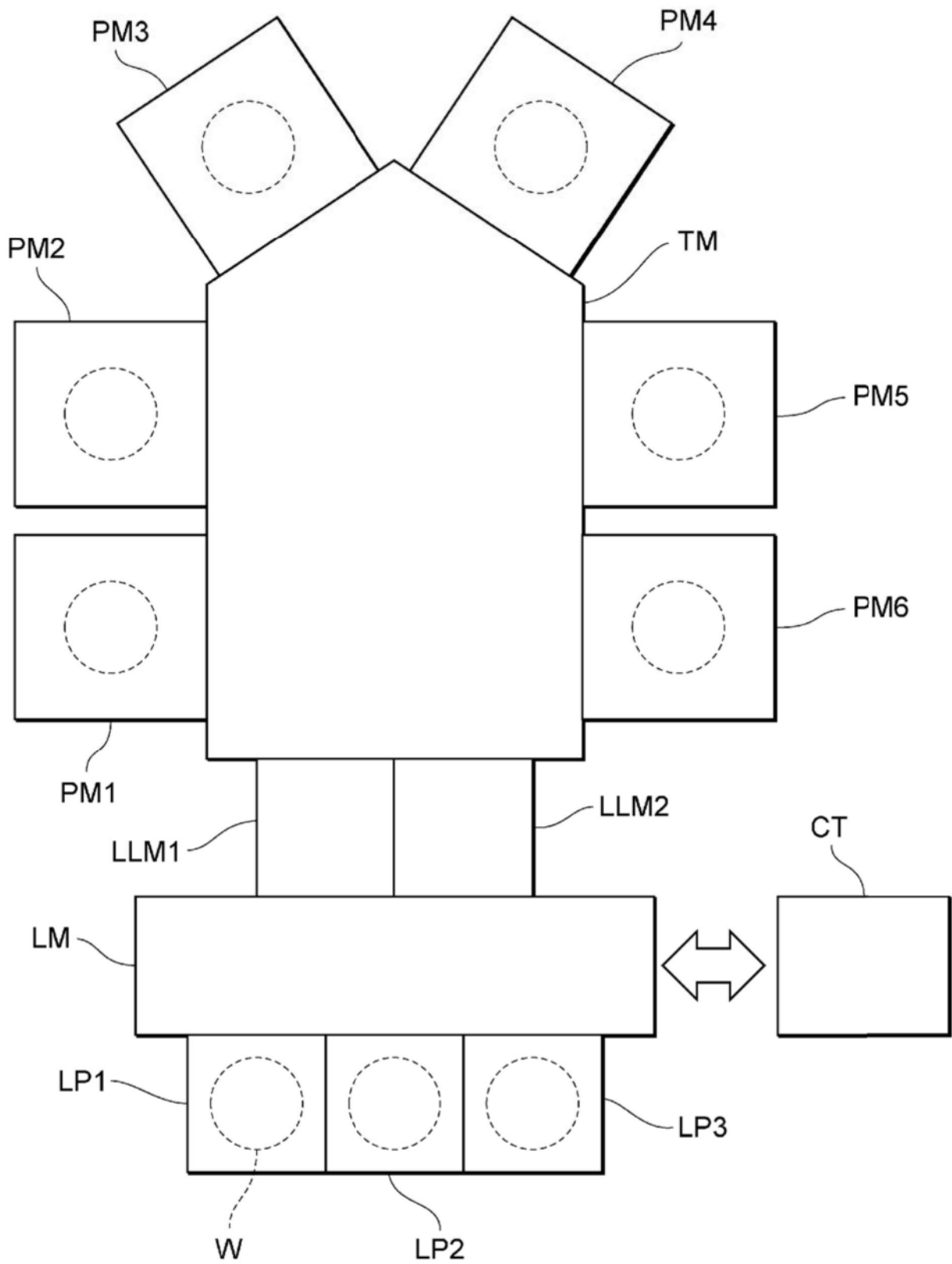


图5A

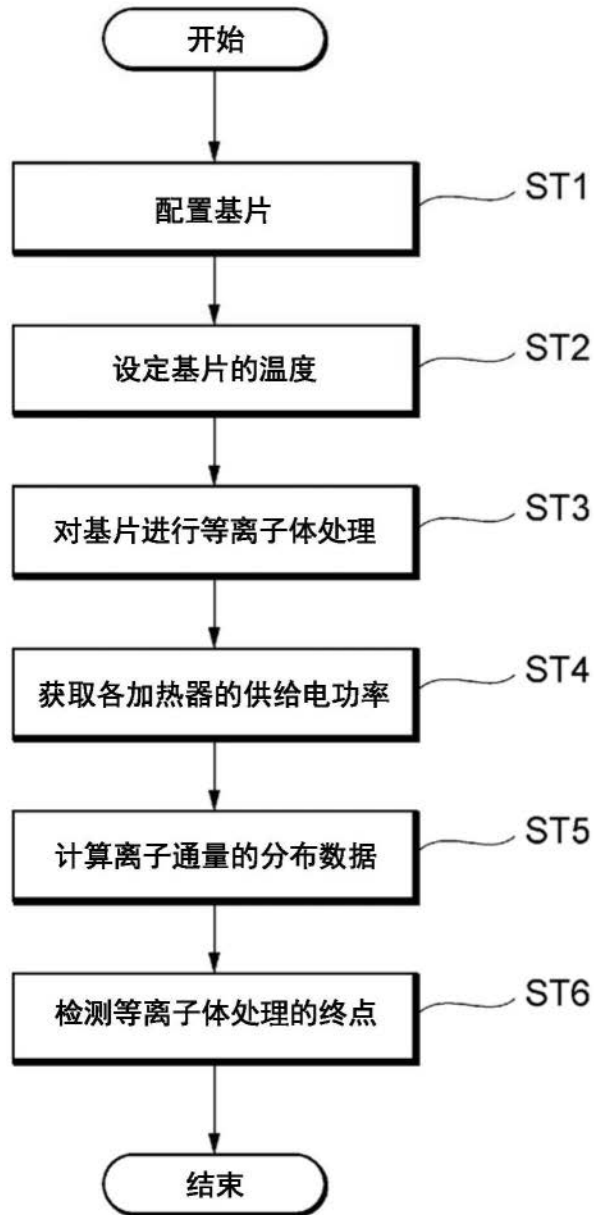


图6

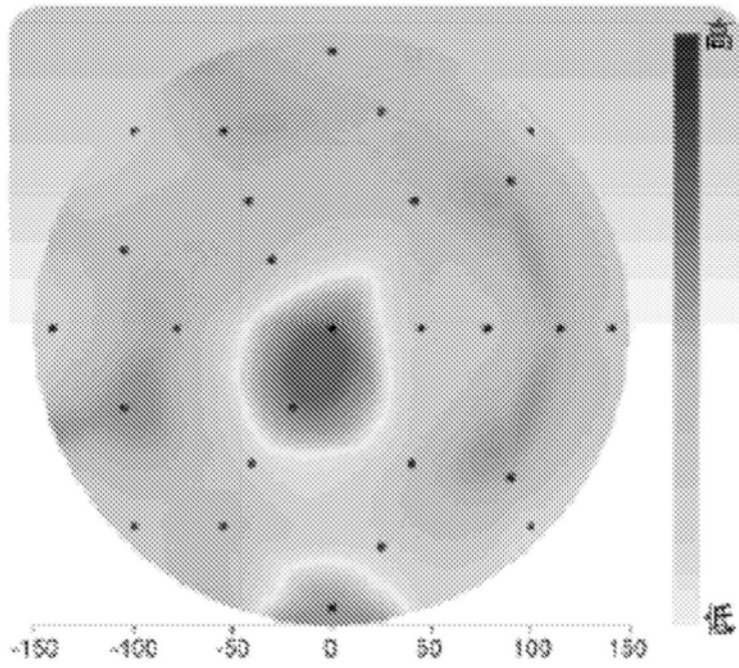


图7

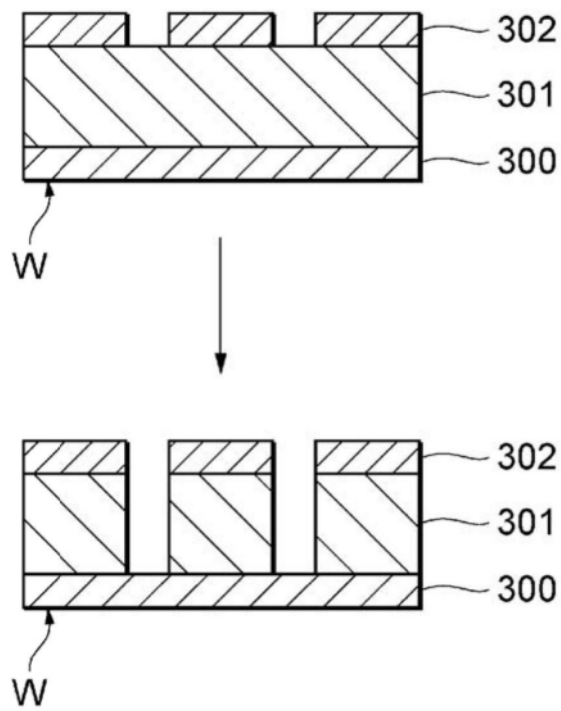


图8

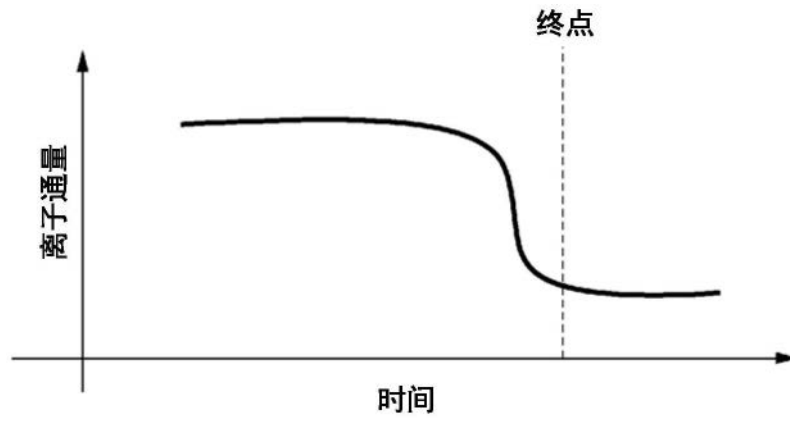


图9

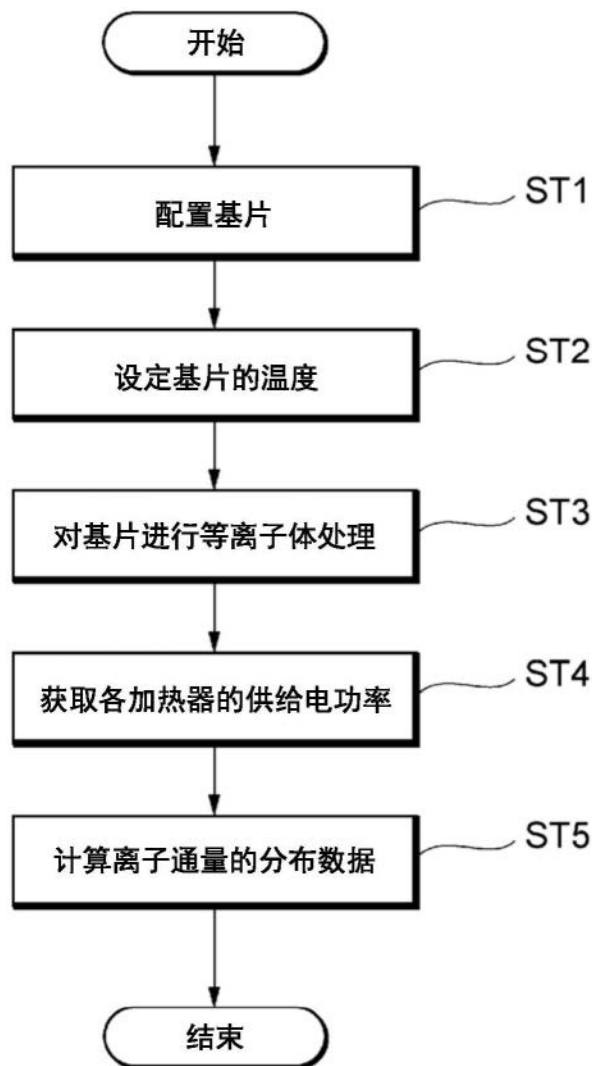


图10

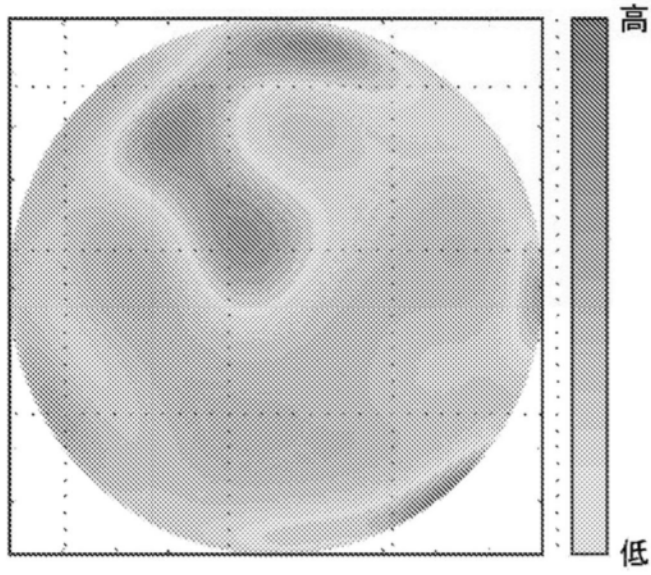


图11

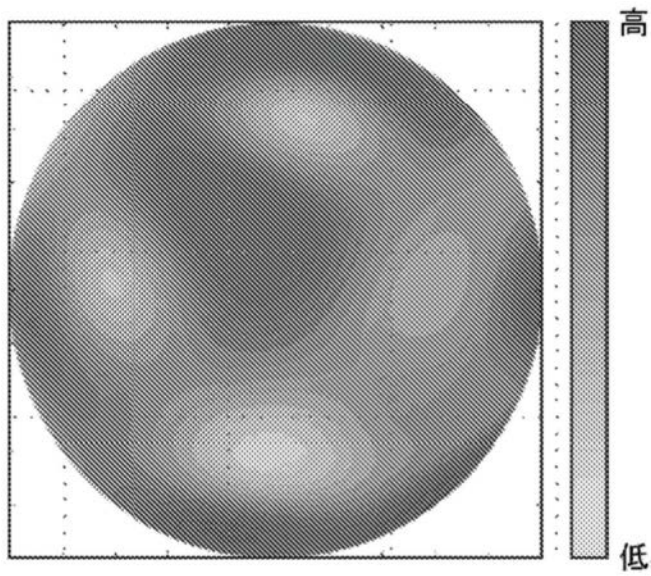


图12

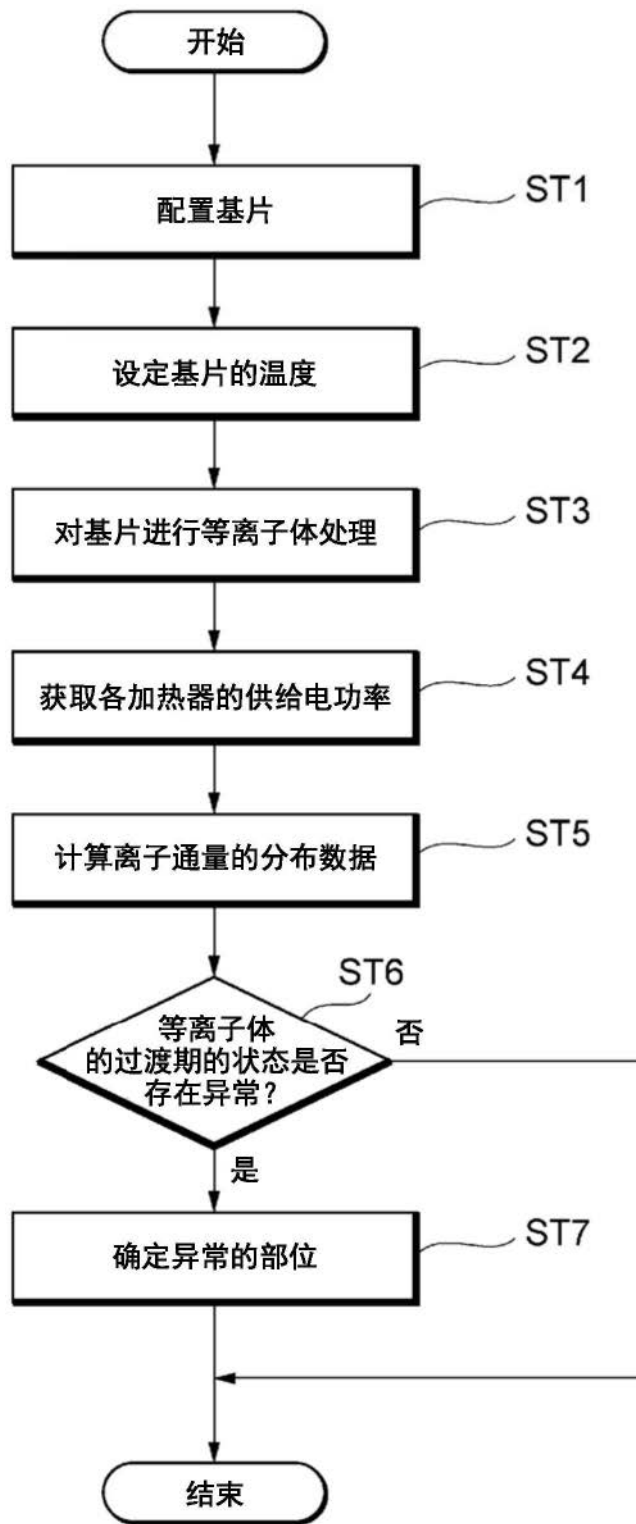


图13

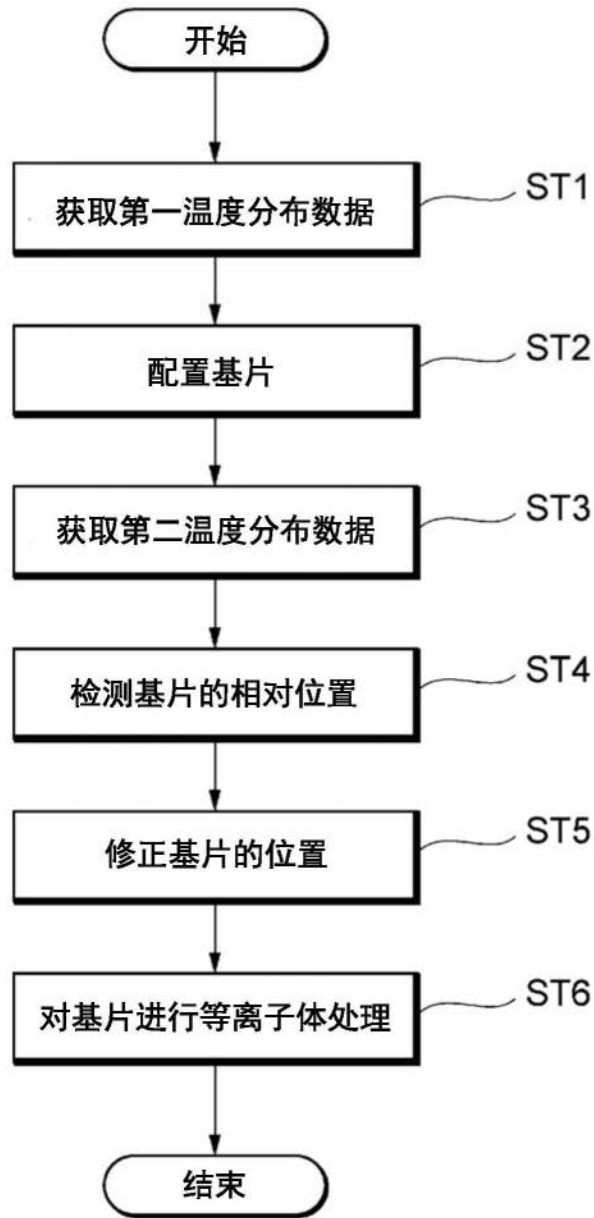


图14

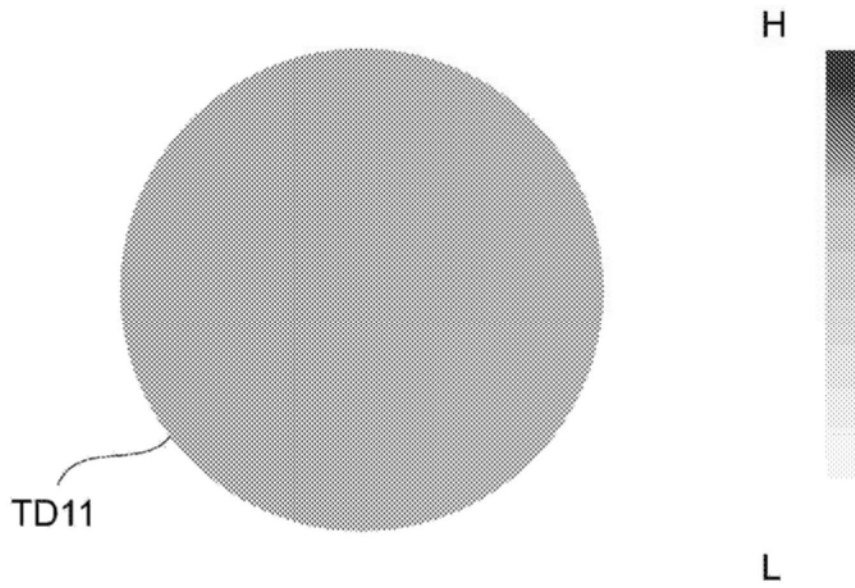


图15

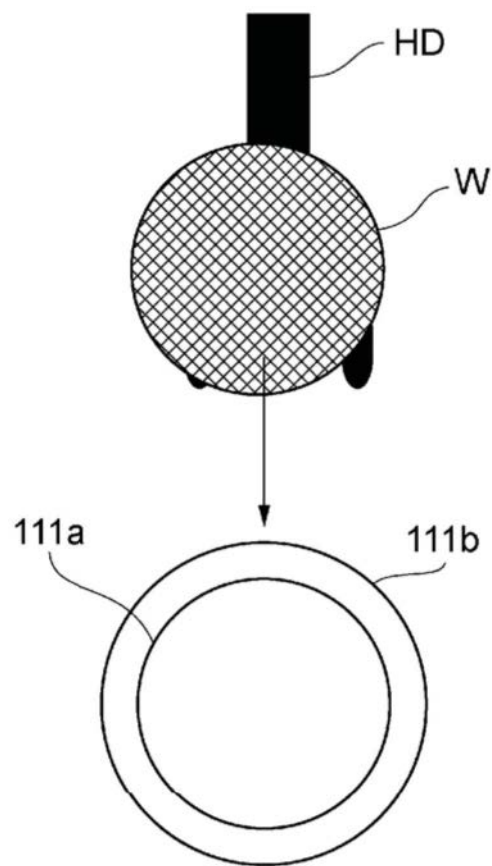


图16A

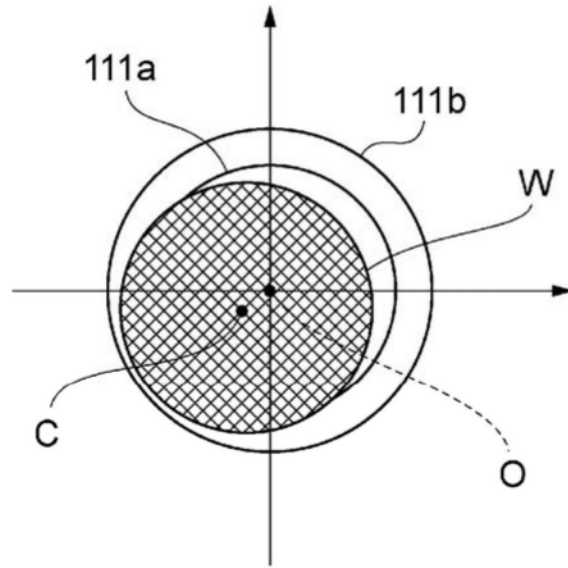


图16B

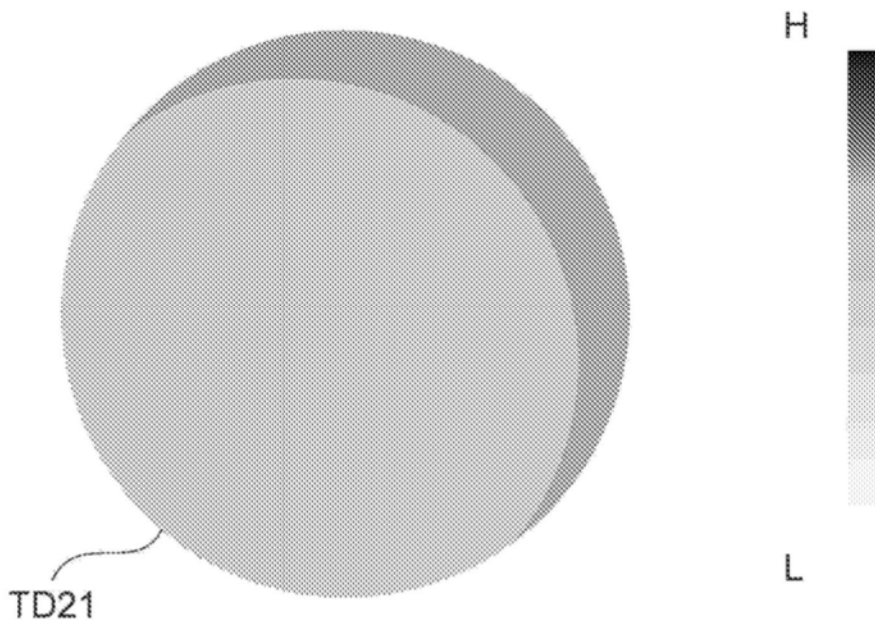


图17

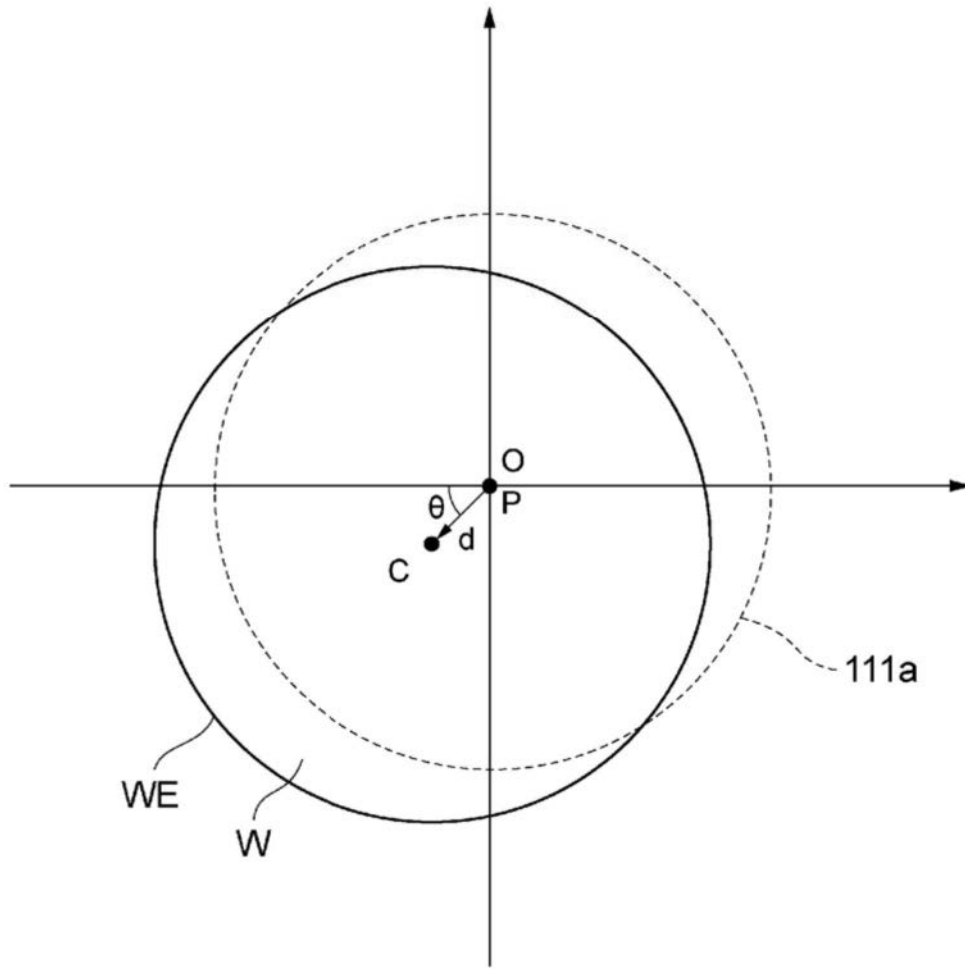


图18

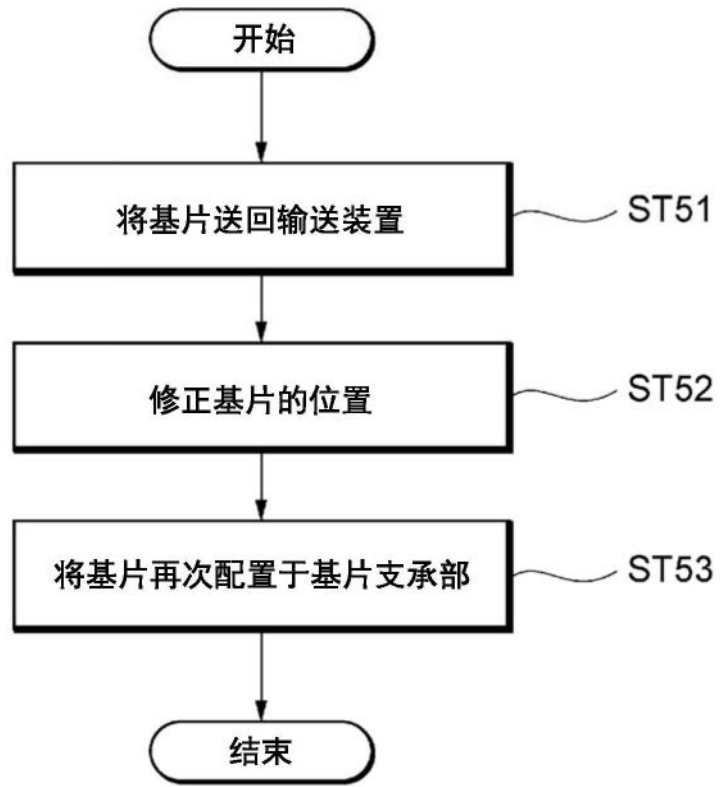


图19

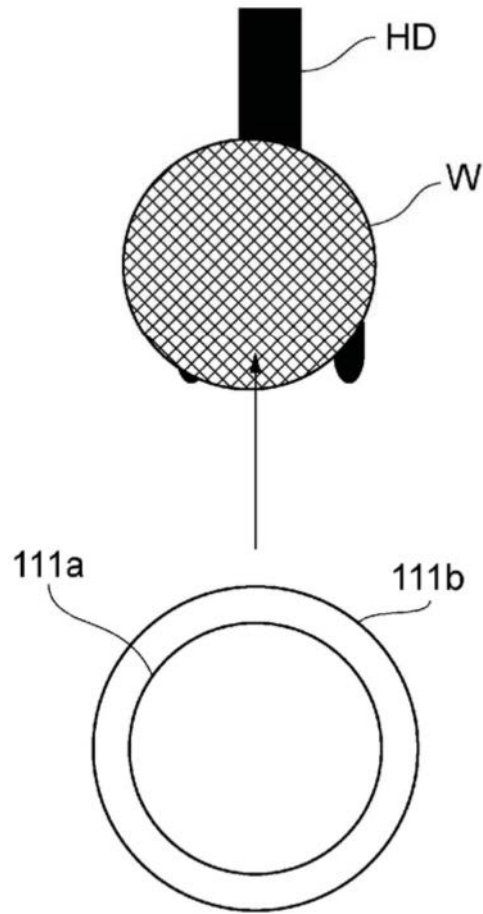


图20

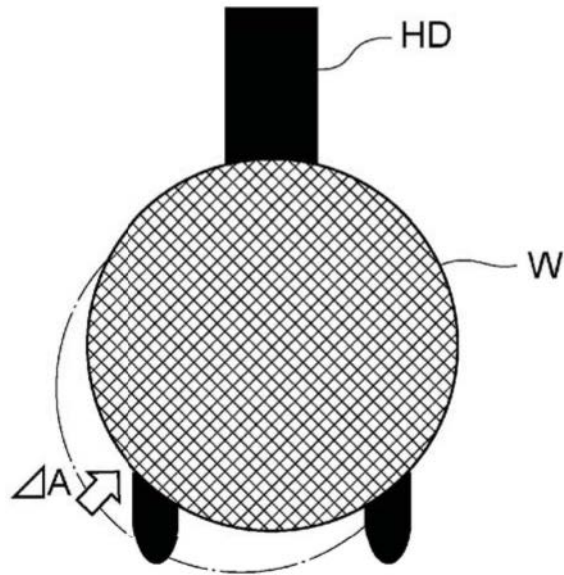


图21

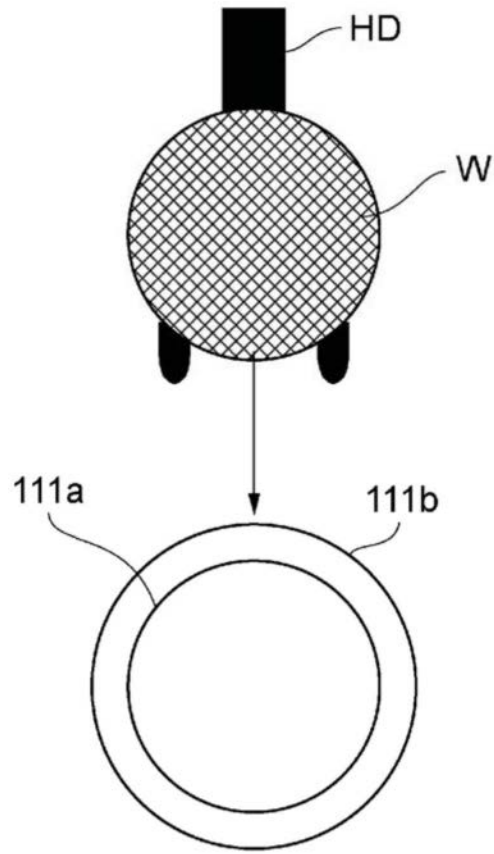


图22A

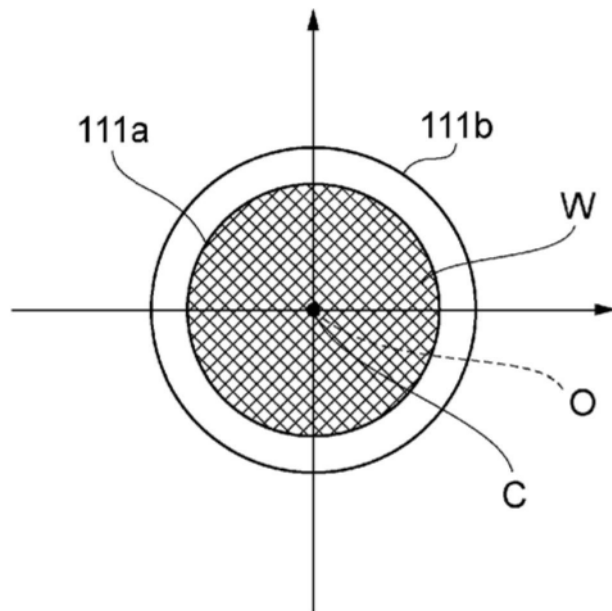


图22B

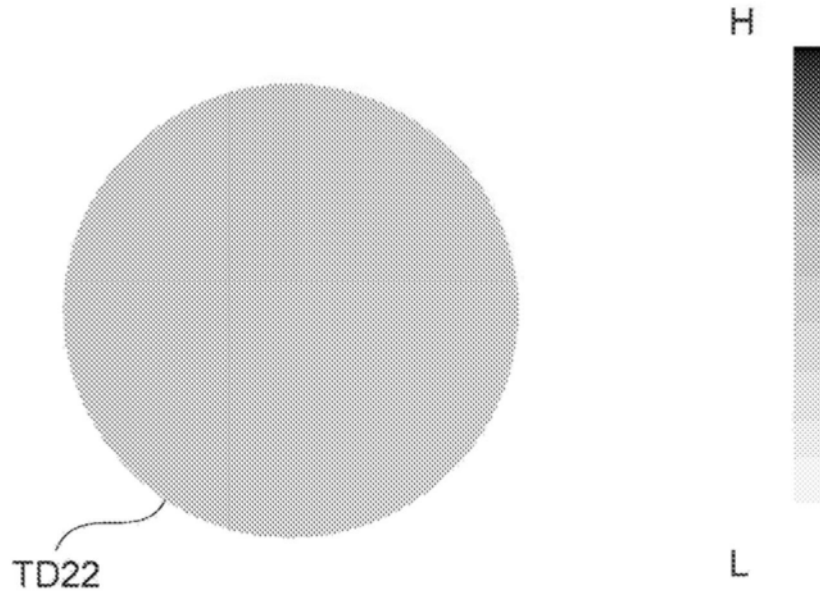


图23

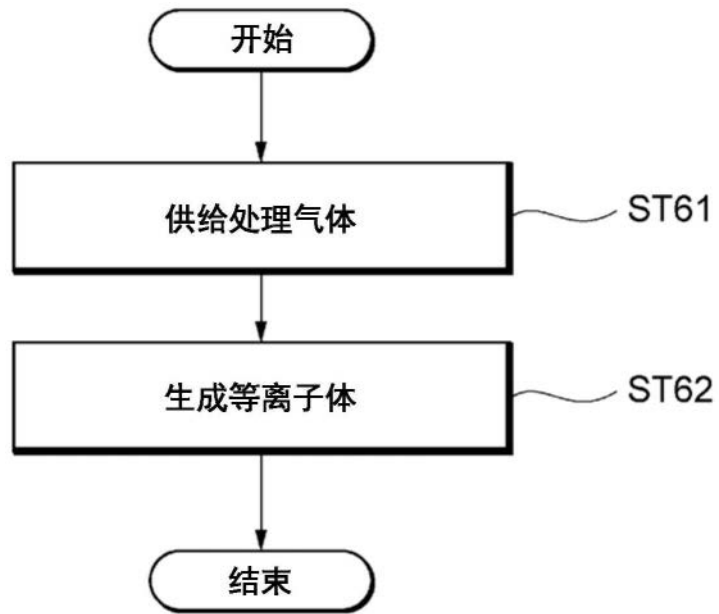


图24

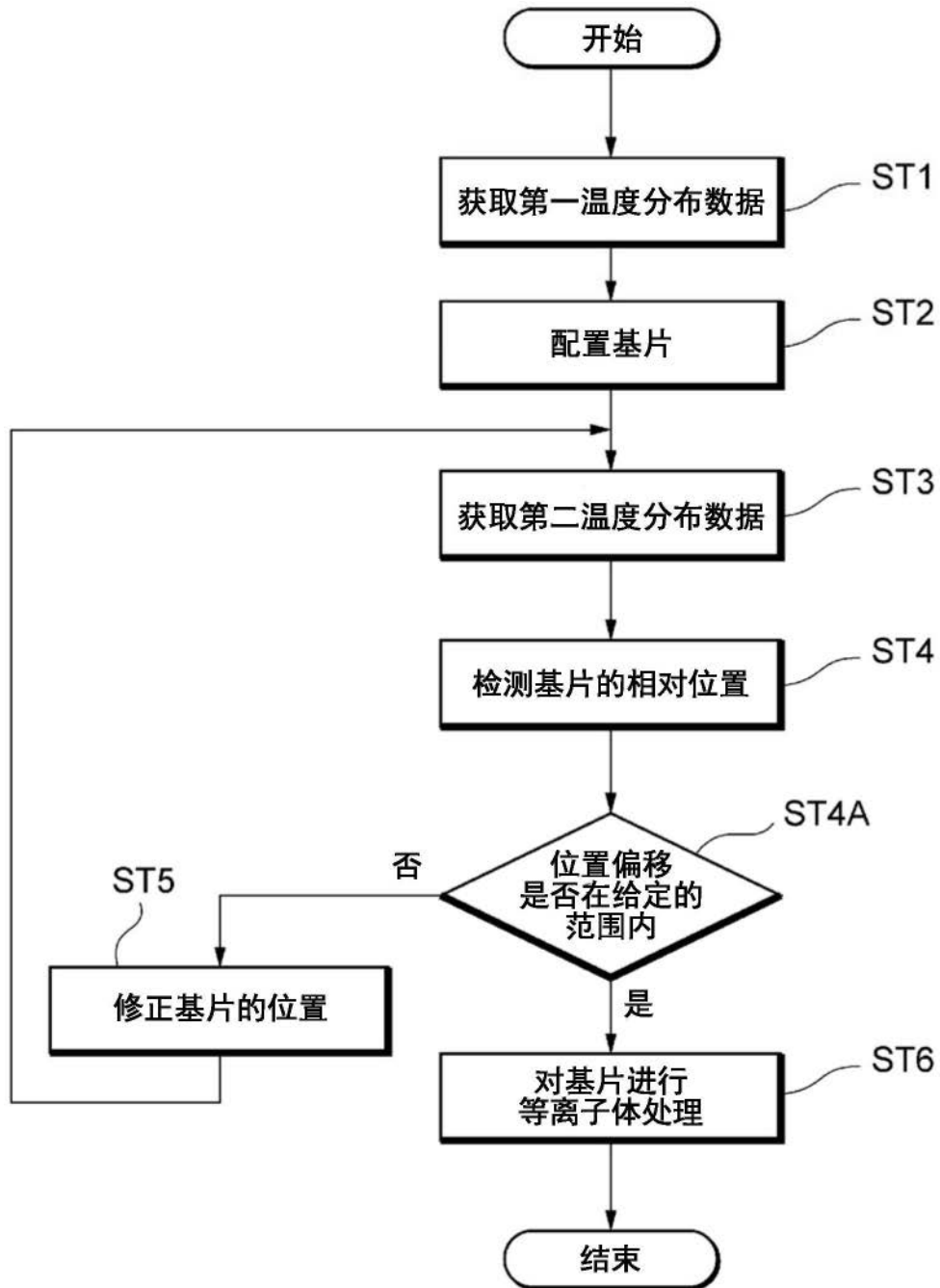


图25