(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119856573 A
(43)申请公布日 2025.04.18

(21)申请号 202380064933.4
(22)申请日 2023.08.14
(30)优先权数据
2022-150094 2022.09.21 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.03.10
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/029469 2023.08.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/062804 JA 2024.03.28
(71)申请人 东京毅力科创株式会社
地址 日本
(72)发明人 辻本宏
(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 何中文
(51)Int.Cl.
H05H 1/46(2006.01)
C23C 16/44(2006.01)
H01L 21/205(2006.01)
H01L 21/3065(2006.01)

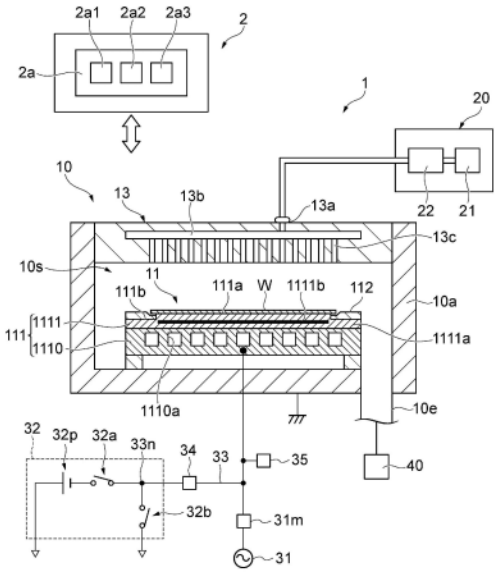
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

等离子体处理装置和等离子体处理方法

(57)摘要

本发明的等离子体处理装置包括腔室、基片支承部、等离子体生成部和偏置电源。基片支承部设置在腔室内。等离子体生成部构成为能够在腔室内从气体生成等离子体。偏置电源构成为能够将多个电压脉冲的序列作为电偏置施加于基片支承部。偏置电源构成为通过调节多个电压脉冲各自的ON期间的长度来调节多个电压脉冲各自的最大电压水平。



CN 119856573 A

1.一种等离子体处理装置,其特征在于,包括:

腔室;

设置在所述腔室内的基片支承部;

等离子体生成部,其构成为能够在所述腔室内从气体生成等离子体;和

偏置电源,其构成为能够将多个电压脉冲的序列作为电偏置对所述基片支承部施加,

所述偏置电源构成为,能够通过调节所述多个电压脉冲各自的ON期间的长度来调节所述多个电压脉冲各自的最大电压水平。

2.如权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于:

还包括控制部,该控制部构成为能够使用所述ON期间的长度与所述最大电压水平之间的事先准备的关系式,来决定与要施加于所述基片支承部的所述多个电压脉冲各自的最大电压水平对应的所述ON期间的长度,

所述偏置电源构成为能够将所述多个电压脉冲各自的所述ON期间的长度设定为由所述控制部决定了的所述ON期间的长度。

3.如权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于:

还包括控制部,

所述控制部构成为,能够根据从开始从所述偏置电源向所述基片支承部施加至少一个电压脉冲起的电压水平的时间变化,来确定所述ON期间的长度与所述最大电压水平之间的关系式,并使用所述关系式来决定与要施加于所述基片支承部的所述多个电压脉冲各自的最大电压水平对应的所述ON期间的长度,

所述偏置电源构成为,能够将所述多个电压脉冲各自的所述ON期间的长度设定为由所述控制部决定了的所述ON期间的长度。

4.如权利要求3所述的等离子体处理装置,其特征在于:

还包括电压传感器,其构成为能够测量将所述偏置电源与所述基片支承部相互电连接的电路径的电压,

所述电压水平的所述时间变化由所述电压传感器获取。

5.如权利要求3所述的等离子体处理装置,其特征在于:

还包括电压传感器,其构成为能够测量载置于所述基片支承部上的基片的电位,

所述电压水平的所述时间变化由所述电压传感器获取。

6.如权利要求1~5中任一项所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述偏置电源包括:

直流电源;

连接在所述直流电源与所述基片支承部之间的第一开关;和

连接在电路径上的节点与地之间的第二开关,其中,所述电路径将所述直流电源与所述基片支承部相互电连接,

所述偏置电源通过调节使所述第一开关闭合的期间的长度来调节所述多个电压脉冲各自的所述ON期间的长度。

7.如权利要求6所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述偏置电源构成为,在所述第一开关断开时使所述第二开关闭合。

8.一种等离子体处理方法,其特征在于,包括:

步骤a,在等离子体处理装置的腔室内从气体生成等离子体;和

步骤b,为了将来自所述等离子体的离子引入到所述腔室内的基片支承部,从偏置电源将多个电压脉冲的序列作为电偏置对所述基片支承部施加,

在所述步骤b中,通过调节所述多个电压脉冲各自的ON期间的长度,来调节所述多个电压脉冲各自的最大电压水平。

9.如权利要求8所述的等离子体处理方法,其特征在于:

在所述步骤b中,与要施加到所述基片支承部的所述多个电压脉冲各自的最大电压水平对应的所述多个电压脉冲各自的所述ON期间的长度,通过使用所述ON期间的长度与所述最大电压水平之间的事先准备的关系式来决定。

10.如权利要求8所述的等离子体处理方法,其特征在于:

还包括:根据从开始从所述偏置电源向所述基片支承部施加至少一个电压脉冲起的该至少一个电压脉冲的电压水平的时间变化,来确定所述ON期间的长度与所述最大电压水平之间的关系式的步骤,

在所述步骤b中,使用所述关系式来决定与要施加到所述基片支承部的所述多个电压脉冲各自的最大电压水平对应的所述多个电压脉冲各自的所述ON期间的长度。

等离子体处理装置和等离子体处理方法

技术领域

[0001] 本发明的例示的实施方式涉及等离子体处理装置和等离子体处理方法。

背景技术

[0002] 等离子体处理装置用于对基片进行等离子体处理。等离子体处理装置包括腔室和基片支承部。基片支承部设置在腔室内。下述的专利文献1记载的等离子体处理装置为了从在腔室内生成的等离子体将离子引入基片而对基片支承部施加DC负脉冲电压。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2009-187975号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的技术问题

[0007] 本发明提供一种对作为电偏置施加于等离子体处理装置的基片支承部的多个电压脉冲各自的最大电压水平进行调节的技术。

[0008] 用于解决技术问题的技术方案

[0009] 在一个例示的实施方式中,提供一种等离子体处理装置。等离子体处理装置包括腔室、基片支承部、等离子体生成部和偏置电源。基片支承部设置在腔室内。等离子体生成部构成为能够在腔室内由气体生成等离子体。偏置电源构成为能够将多个电压脉冲的序列作为电偏置施加于基片支承部。偏置电源构成为,能够通过调节多个电压脉冲各自的ON期间(ON时间)的长度来调节多个电压脉冲各自的最大电压水平。

[0010] 发明效果

[0011] 根据一个例示的实施方式,能够对作为电偏置施加于等离子体处理装置的基片支承部的多个电压脉冲各自的最大电压水平进行调节。

附图说明

[0012] 图1是用于说明等离子体处理系统的结构例的图。

[0013] 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。

[0014] 图3是在一个例示的实施方式的等离子体处理装置中使用的一例的电偏置的时序图。

[0015] 图4是表示一例的电压脉冲的电压水平与ON期间的长度的关系的图。

[0016] 图5是在一个例示的实施方式的等离子体处理装置中使用的一例的电偏置的时序图。

[0017] 图6是用于说明电容耦合型的等离子体处理装置的另一结构例的图。

[0018] 图7是一个例示的实施方式的等离子体处理方法的流程图。

具体实施方式

[0019] 以下,参照附图对各种例示的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。

[0020] 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。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。基片支承部11配置在等离子体处理空间内,具有用于支承基片的基片支承面。

[0021] 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: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,也可以使用包括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电力)具有100kHz～10GHz的范围内的频率。因此,AC信号包括RF(Radio Frequency:射频)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。

[0022] 控制部2处理使等离子体处理装置1执行本发明中说明的各个步骤的计算机可执行的命令。控制部2能够构成为,控制等离子体处理装置1的各要素以执行此处说明的各个步骤。在一个实施方式中,控制部2的一部分或全部可以包含于等离子体处理装置1。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例如能够由计算机2a实现。处理部2a1可以构成为通过从存储部2a2读取程序并执行读取到的程序来执行各个控制操作。该程序可以事先保存在存储部2a2中,也可以在需要时经由介质取得。所取得的程序被保存在存储部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能够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可以是中央处理单元(CPU)。存储部2a2可以包括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2a3可以经由LAN(Local Area Network:局域网)等通信线路与等离子体处理装置1之间进行通信。

[0023] 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。

[0024] 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和排气系统40。另外,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。气体导入部包括喷头13。基片支承部11配置在等离子体处理腔室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。

[0025] 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。

[0026] 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(发挥作用)。静电吸盘1111配置在基座1110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的其他部件也可以具有环状区域111b。在此情况下,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和环状绝缘部件两者之上。另外,与后述的高频电源31和/或偏置电源32耦合的至少一个电极也可以配置在陶瓷部件1111a内。在此情况下,至少一个电极作为下部电极发挥作用。在向至少一个电极供给后述的电偏置的情况下,该至少一个电极也被称为偏置电极。此外,基座1110的导电性部件和至少电极也可以作为多个下部电极发挥作用。此外,静电电极1111b可以作为下部电极发挥作用。因此,基片支承部11包括至少一个下部电极。

[0027] 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。

[0028] 另外,基片支承部11也可以包括温度调节模块,该温度调节模块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。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,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也可以包括传热气体供给部,该传热气体供给部构成为能够向基片W的背面与中央区域111a之间的间隙供给传热气体。

[0029] 喷头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导入到等离子体处理空间10s内。另外,喷头13包括至少一个上部电极。此外,气体导入部除了包括喷头13之外,还可以包括一个或多个侧部气体注入部(SGI:Side Gas Injector),该一个或多个侧部气体注入部安装于在侧壁10a形成的一个或多个开口部。

[0030] 气体供给部20也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。进一步,气体供给部20也可以包括对至少一种处理气体的流量进行调制或脉冲化的至少一个流量调制器件。

[0031] 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来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。

[0032] 在一个实施方式中,等离子体处理装置1还可以包括高频电源31作为等离子体生成部12。高频电源31构成为能够为了在腔室10内从气体生成等离子体而产生生成源高频电力(也称为生成源高频电功率)。生成源高频电力具有10MHz～150MHz的范围内的频率。高频电源31经由匹配器31m与下部电极或上部电极电连接。匹配器31m具有用于使高频电源31的负载的阻抗与高频电源31的输出阻抗匹配的匹配电路。此外,高频电源31也可以供给生成源高频电力的连续波。或者,高频电源31也可以周期性地供给生成源高频电力的脉冲。生成源高频电力的脉冲也可以与后述的电偏置的脉冲同步。

[0033] 在一个实施方式中,等离子体处理装置1还包括偏置电源32。偏置电源32构成为能够向基片支承部11供给电偏置。能够向下部电极供给电偏置。电偏置也可以被连续地供给到基片支承部11。或者,也可以向基片支承部11供给电偏置的脉冲。电偏置的脉冲也可以以与生成源高频电力的脉冲相同的重复周期,以与生成源高频电力的脉冲同步的方式供给。

[0034] 在一个实施方式中,滤波器34也可以连接在偏置电源32与基片支承部11之间。滤波器34是使可能流入偏置电源32的生成源高频电力衰减或将该生成源高频电力截断的电滤波器。

[0035] 以下,与图2一起参照图3。图3是在一个例示的实施方式的等离子体处理装置中使用的一例的电偏置的时序图。如图3所示,电偏置及其脉冲是多个电压脉冲VP的序列。多个电压脉冲VP的各个电压脉冲VP也可以是负电压或负直流电压的脉冲。

[0036] 电偏置及其脉冲、即多个电压脉冲VP的序列具有波形周期CY。波形周期CY包括ON期间(开启期间)P_{ON}和OFF期间(关闭期间)P_{OFF}。偏置电源32在ON期间P_{ON}输出电压,在OFF期间P_{OFF}停止电压的输出。由此,能够在波形周期CY中输出一个电压脉冲VP。通过重复该波形周期CY,能够输出多个电压脉冲VP的序列。此外,波形周期CY的时间长度的倒数即偏置频率是100kHZ～13.56MHz的范围内的频率,例如是400kHz。

[0037] 如图2所示,在一个实施方式中,偏置电源32也可以包括直流电源32p、第一开关32a和第二开关32b。直流电源32p也可以是可变直流电源。直流电源32p的正极接地。直流电源32p的负极经由第一开关32a与基片支承部11(例如下部电极)电连接。第二开关32b连接在将直流电源32p与基片支承部11相互电连接的电路径33上的节点33n与地之间。节点33n在电路径33中设置于第一开关32a与基片支承部11之间。第一开关32a在ON期间P_{ON}闭合,在OFF期间(OFF时间)P_{OFF}断开。第二开关32b在ON期间P_{ON}断开,在OFF期间P_{OFF}闭合。

[0038] 偏置电源32构成为能够如图3所示,通过调节多个电压脉冲PV各自的ON期间P_{ON}的长度来调节多个电压脉冲VP各自的最大电压水平。此外,在电压脉冲VP是负电压或负的直流电压的脉冲的情况下,最大电压水平是在电压脉冲中其绝对值最大的电压水平。

[0039] 在此,参照图4。图4是表示一例的电压脉冲的电压水平与ON期间的长度的关系的图。如图4所示,电压脉冲VP的电压水平从ON期间P_{ON}的开始时刻起向其最大电压水平变化。

如图4所示,电压脉冲VP的最大电压水平在未达到与偏置电源32能够输出的电压的最大绝对值对应的水平的范围内,依赖于ON期间P_{ON}的长度。因此,通过调节ON期间P_{ON}的长度,能够调节多个电压脉冲VP各自的最大电压水平。

[0040] 在一个实施方式中,控制部2构成为能够使用关系式根据要施加于基片支承部11的多个电压脉冲VP各自的最大电压水平来决定ON期间P_{ON}的长度。该关系式是使电压脉冲VP的最大电压水平与ON期间P_{ON}的长度相关联的函数,可以事先准备。该关系式也可以在对基片W进行等离子体处理时确定。

[0041] 在此,参照图5。图5是在一个例示的实施方式的等离子体处理装置中使用的一例的电偏置的时序图。在另一个实施方式中,控制部2在期间CP获取至少一个电压脉冲VP的电压水平的时间变化。期间CP可以是在之后的期间AP中要处理的基片W载置于基片支承部11上且生成在期间AP中利用的等离子体的期间。至少一个电压脉冲VP的电压水平的时间变化是从开始施加至少一个电压脉冲VP起的时间变化。至少一个电压脉冲VP具有偏置电源32能够输出的最大的电压水平。

[0042] 至少一个电压脉冲VP的电压水平的时间变化也可以由电压传感器35(参照图2)测量。电压传感器35测量电路径33或下部电极的电压。或者,也可以是,至少一个电压脉冲VP的电压水平的时间变化由图6所示的电压传感器36测量。电压传感器36配置于基片W的正下方,构成为能够测量基片W的电位。

[0043] 控制部2根据至少一个电压脉冲VP的电压水平的时间变化,确定ON期间P_{ON}的长度与电压脉冲VP的最大电压水平之间的关系式。此外,关系式也可以由与控制部2不同的控制部中确定。

[0044] 偏置电源32将多个电压脉冲VP各自的ON期间P_{ON}的长度设定为由控制部2决定了的ON期间P_{ON}的长度。在期间CP中确定关系式的情况下,偏置电源32在期间CP之后的期间AP中,将多个电压脉冲VP各自的ON期间P_{ON}的长度设定为由控制部2决定了的ON期间P_{ON}的长度。在一个实施方式中,偏置电源32将使第一开关32a闭合的期间的长度设定为由控制部2决定了的ON期间P_{ON}的长度。如上所述,在使第一开关32a闭合着的期间,第二开关23b为断开。此外,多个电压脉冲VP各自的ON期间P_{ON}的长度,也可以在与控制部2不同的控制部中决定,并对偏置电源32指定。

[0045] 以下,参照图7。图7是一个例示的实施方式的等离子体处理方法的流程图。在图7所示的等离子体处理方法(以下称为“方法MT”)的各步骤中,等离子体处理装置1的各部分能够由控制部2控制。方法MT包括步骤STa和步骤STb。在方法MT中,在步骤STa之前,将基片W载置在基片支承部11上。

[0046] 在步骤STa中,在腔室10内生成等离子体。在一个实施方式中,为了生成等离子体,从气体供给部20向腔室10内供给气体。另外,能够通过排气系统40将腔室10内的压力调节为指定的压力。另外,能够从高频电源31供给高频电力。步骤STa持续到步骤STb结束为止。

[0047] 在一个实施方式中,方法MT还可以包括步骤STc和步骤STd,步骤STc在期间CP中进行。在此情况下,步骤STb在期间CP之后的期间AP中进行。在步骤STc中,如上所述,从偏置电源32向基片支承部11施加至少一个电压脉冲VP。在步骤STd中,根据至少一个电压脉冲VP的电压水平的时间变化来确定上述关系式。关系式可以在控制部2或其他控制部中决定。

[0048] 在步骤STb中,为了向基片支承部11上的基片W引入来自等离子体的离子,从偏置

电源32向基片支承部11施加多个电压脉冲PV的序列。步骤STb包括步骤STb1和步骤STb2。在步骤STb1中,基于上述关系式,根据要施加于基片支承部11的电压脉冲VP的最大电压水平,决定电压脉冲VP的ON期间P_{ON}的长度。ON期间P_{ON}的长度可以由控制部2或其他控制部决定。在步骤STb2中,电压脉冲VP的ON期间P_{ON}的长度被设定为在步骤STb1中决定了的ON期间P_{ON}的长度。设定了ON期间P_{ON}的长度的电压脉冲PV被施加于基片支承部11。

[0049] 在步骤STb2之后的步骤STJ中,判断是否满足停止条件。停止条件能够在由处理方案数据指定的期间结束时满足。在步骤STJ中判断为不满足停止条件的情况下,反复进行步骤STb1和步骤STb2。通过反复进行步骤STb1和步骤STb2,能够对基片支承部11施加多个电压脉冲PV的序列。在步骤STJ中判断为满足了停止条件的情况下,方法MT结束。

[0050] 以上,对各种例示的实施方式进行了说明,但是本发明并不限定于上述的例示的实施方式,也可以进行各种追加、省略、置换和改变。另外,能够组合不同的实施方式中的要素来形成其他实施方式。

[0051] 根据以上的说明,应理解本发明的各种实施方式以说明的目的在本说明书中进行了说明,能够在不脱离本发明的范围和主旨的情况下进行各种改变。因此,本说明书记载的各种实施方式并不是要对本发明进行限定,真正的范围和主旨由权利要求书表示。

[0052] 附图标记的说明

[0053] 1…等离子体处理装置

[0054] 10…腔室

[0055] 11…基片支承部

[0056] 12…等离子体生成部

[0057] 32…偏置电源。

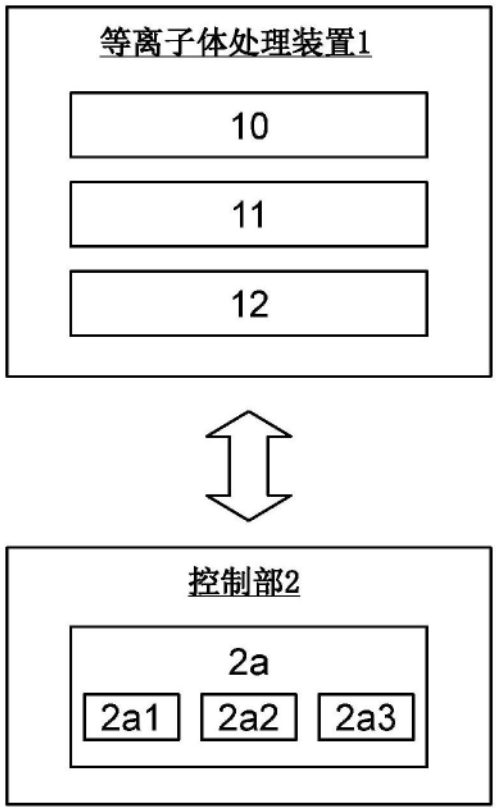


图1

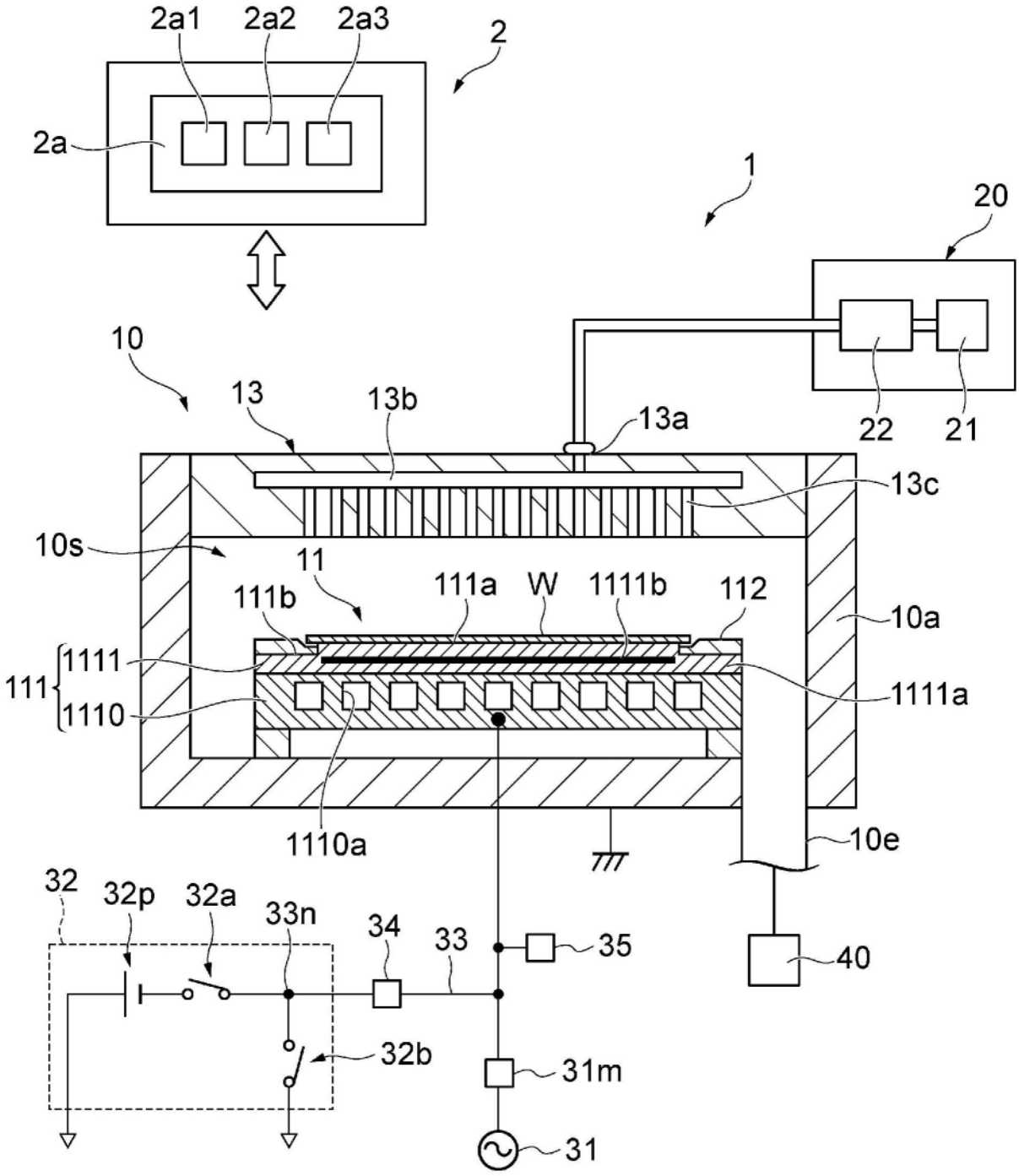

2a1
2a2
2a3
2
2a
1
20
10
13
13b
13a
22
21
13c
10s
11
111b
111a
W
1111b
112
10a
111
1111
1110
1111a
1110a
10e
32
32p
32a
33n
34
33
35
40
32b
31m
31

图2

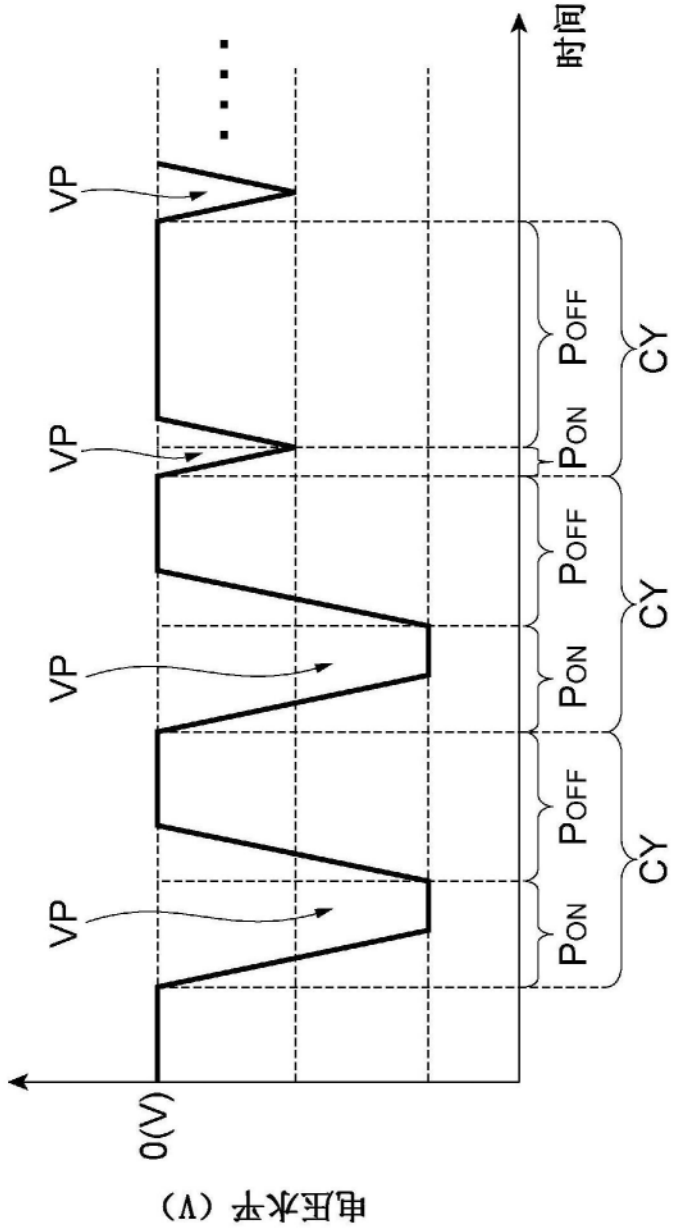


图3

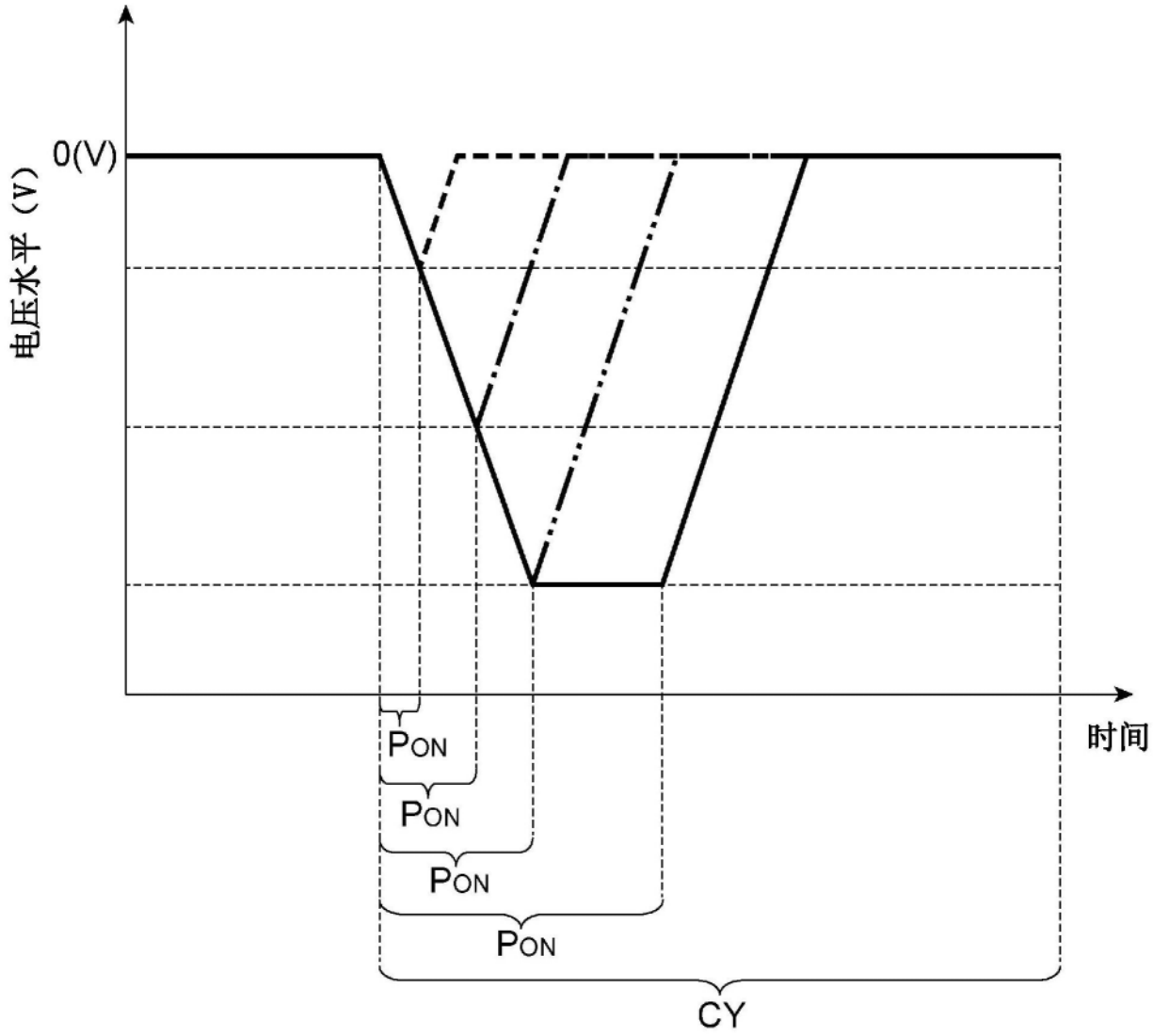


图4

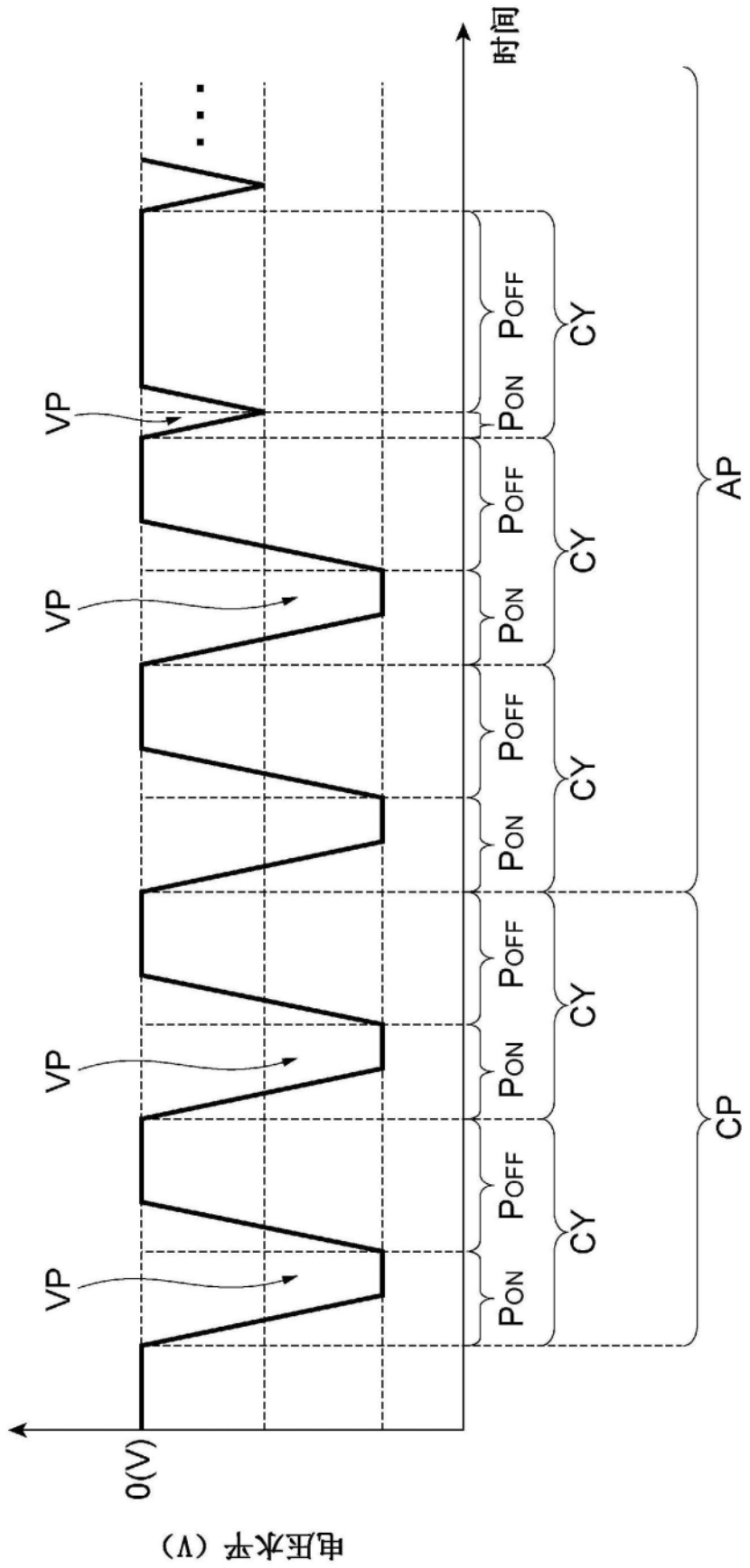


图5

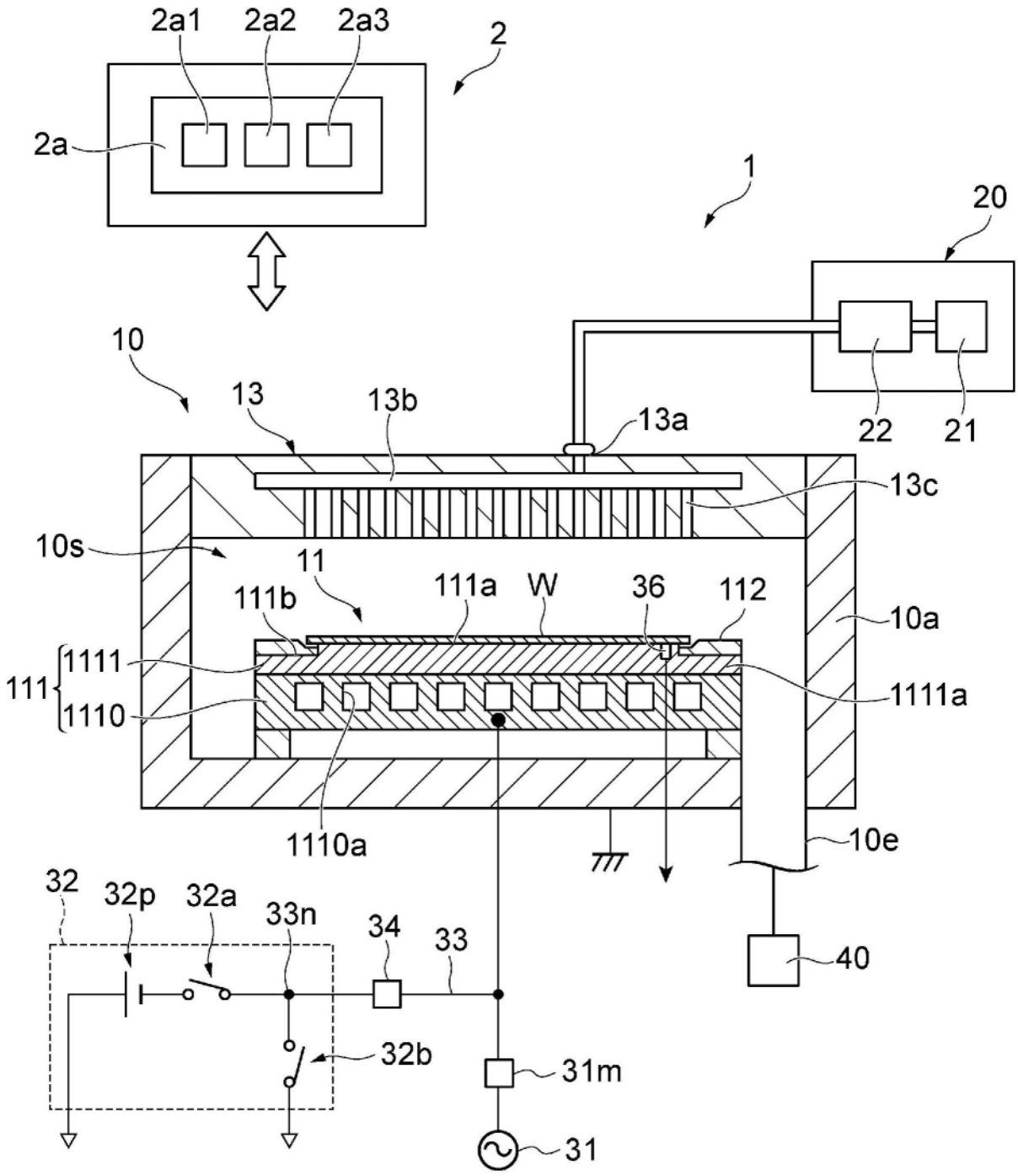

2a1
2a2
2a3
2
2a
1
20
10
13
13b
13a
22
21
13c
10s
11
111b
111a
W
36
112
10a
111
1111
1110
1111a
1110a
10e
32
32p
32a
33n
34
33
40
32b
31m
31

图6

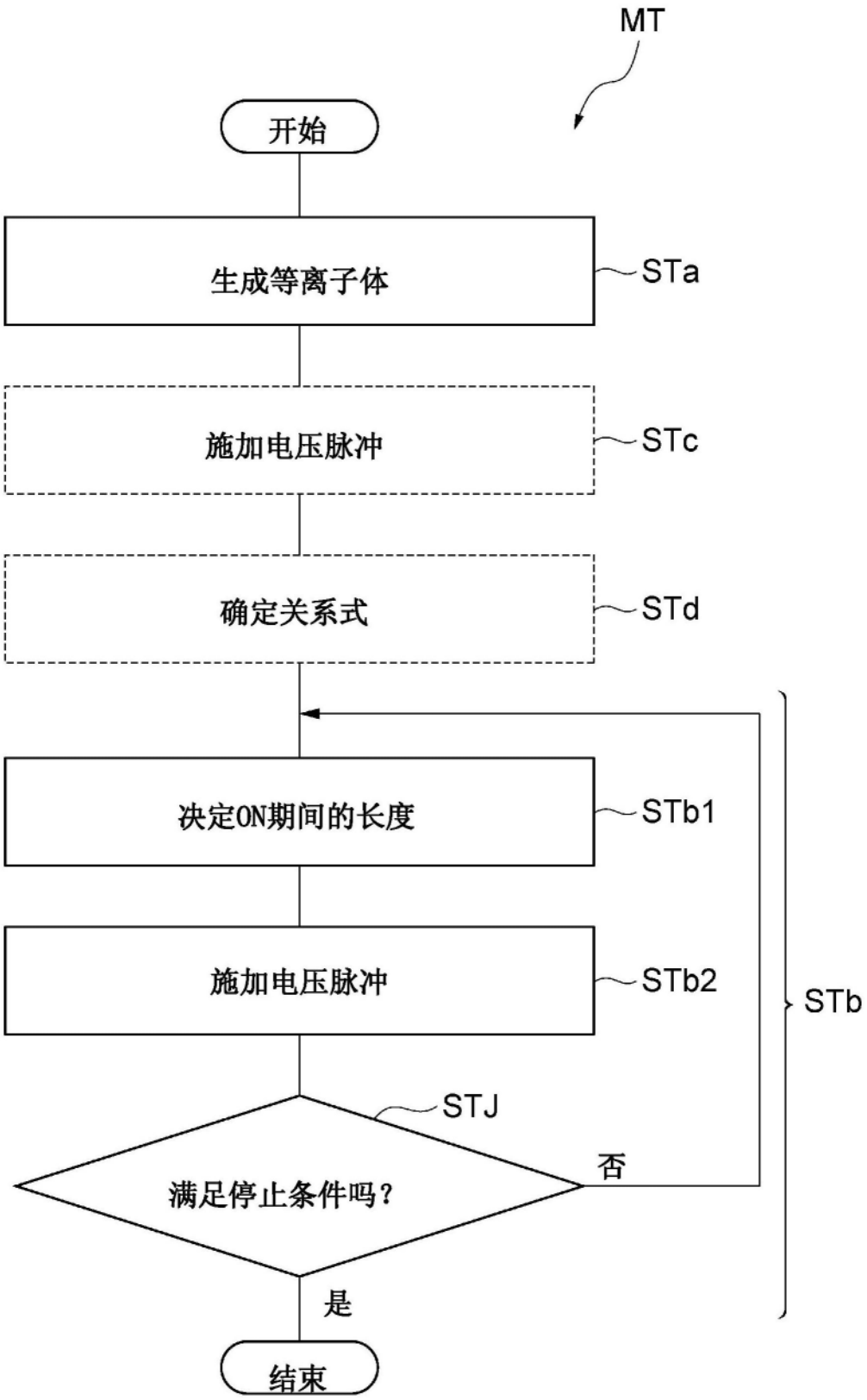

MT
开始
生成等离子体
STa
施加电压脉冲
STc
确定关系式
STd
决定ON期间的长度
STb1
施加电压脉冲
STb2
STb
STJ
满足停止条件吗？
否
是
结束

图7