



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113192817 B

(45) 授权公告日 2025.06.13

(21) 申请号 202110067300.1

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2021.01.19

H01J 37/32 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

(56) 对比文件

申请公布号 CN 113192817 A

JP 2016066593 A, 2016.04.28

(43) 申请公布日 2021.07.30

JP 2016157735 A, 2016.09.01

(30) 优先权数据

审查员 彭韵

2020-012239 2020.01.29 JP

(73) 专利权人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 舜水地盐

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理人 徐殿军

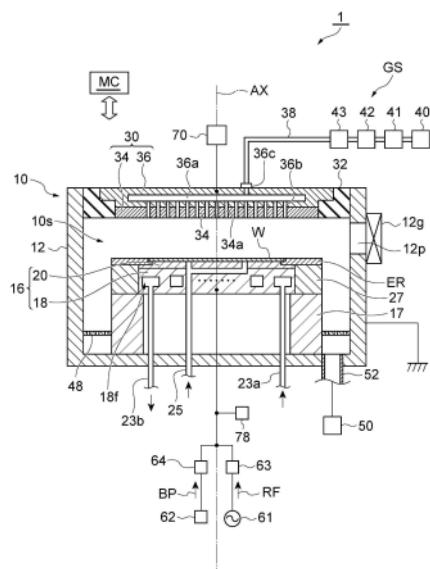
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

等离子体处理装置及等离子体处理方法

(57) 摘要

在公开的等离子体处理装置中，在第1期间供给用于生成等离子体的高频电力，在第2期间设定为高频电力的功率电平减少的功率电平。在第2期间，偏置电力施加到基板支承器的下部电极。偏置电力在由第2频率限定的各周期内使基板的电位变动。在第2期间，直流电压施加到上部电极。直流电压设定为在由第2频率限定的各周期内，第1副期间中的其极性为负，且第1副期间中的其绝对值大于第2副期间中的其绝对值。



1. 一种等离子体处理装置，其具备：  
腔室；  
基板支承器，具有下部电极，且构成为在所述腔室内支承基板；  
上部电极，设置于所述下部电极的上方；  
高频电源，构成为为了从所述腔室内的气体生成等离子体而供给具有第1频率的高频电力；  
偏置电源，其为与所述下部电极电连接的偏置电源，且构成为为了将离子引入到载置于所述基板支承器上的基板，供给在由第2频率限定的各周期内使载置于所述基板支承器上的基板的电位变动的偏置电力；  
直流电源，与所述上部电极电连接；及  
控制部，构成为控制所述高频电源、所述偏置电源及所述直流电源，所述控制部进行如下控制：  
控制所述高频电源，以使在第1期间供给所述高频电力，将该第1期间之后的第2期间中的所述高频电力的功率电平设定为从所述第1期间中的所述高频电力的功率电平减少的功率电平；  
控制所述偏置电源，以使在所述第2期间内将所述偏置电力施加到所述下部电极；及  
控制所述直流电源，以使将直流电压在所述第2期间施加到所述上部电极，所述直流电压设定为在由所述第2频率限定的各周期内，第1副期间中的其极性为负，且该第1副期间中的其绝对值大于与该第1副期间不同的第2副期间中的其绝对值。
2. 根据权利要求1所述的等离子体处理装置，其中，  
所述控制部控制所述直流电源，以使在所述第2期间内所述偏置电力具有正电位时的所述直流电压的绝对值大于在所述第2期间内所述偏置电力具有负电位时的所述直流电压的绝对值。
3. 根据权利要求1所述的等离子体处理装置，其中，  
所述控制部控制所述直流电源，以使在所述第2期间内所述偏置电力具有负电位时的所述直流电压的绝对值大于在所述第2期间内所述偏置电力具有正电位时的所述直流电压的绝对值。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的等离子体处理装置，其中，  
所述控制部控制所述高频电源及所述偏置电源，以使在所述第1期间与所述第2期间之间的期间，停止所述高频电力的供给及所述偏置电力的供给。
5. 根据权利要求4所述的等离子体处理装置，其中，  
所述控制部控制所述直流电源，以使具有比在所述第1副期间施加到所述上部电极的所述直流电压的最小绝对值小的绝对值，且将具有负极性的所述直流电压在所述第1期间与所述第2期间之间的所述期间施加到所述上部电极。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的等离子体处理装置，其中，  
所述控制部控制所述直流电源，以使具有比在所述第1副期间施加到所述上部电极的所述直流电压的最小绝对值小的绝对值，且将具有负极性的所述直流电压在所述第1期间施加到所述上部电极。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的等离子体处理装置，其中，

在所述第1副期间通过所述直流电源施加到所述上部电极的所述直流电压的电平以将所述上部电极与所述下部电极之间的电位差维持为恒定的方式变化。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的等离子体处理装置,其中,  
所述第2副期间中的所述直流电压的电平为零。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的等离子体处理装置,其中,  
所述偏置电力为具有所述第2频率的高频偏置电力。
10. 根据权利要求1至8中任一项所述的等离子体处理装置,其中,  
所述偏置电力为如下直流电压,即在由所述第2频率限定的各周期内的两个副期间中的其中一个副期间其极性为负,在另一个副期间其电平为零或其极性为负且其绝对值小于该其中一个副期间中的其绝对值。
11. 一种使用等离子体处理装置的等离子体处理方法,  
所述等离子体处理装置具备:  
腔室;  
基板支承器,具有下部电极,且构成为在所述腔室内支承基板;  
上部电极,设置于所述下部电极的上方;  
高频电源,构成为为了从所述腔室内的气体生成等离子体而供给具有第1频率的高频电力;  
偏置电源,其为与所述下部电极电连接的偏置电源,且构成为为了将离子引入到载置于所述基板支承器上的基板,供给在由第2频率限定的各周期内使载置于所述基板支承器上的基板的电位变动的偏置电力;及  
直流电源,与所述上部电极电连接,  
该等离子体处理方法包括:  
在第1期间供给所述高频电力的工序;  
将所述第1期间之后的第2期间中的所述高频电力的功率电平设定为从所述第1期间中的所述高频电力的功率电平减少的功率电平的工序;  
在所述第2期间内将所述偏置电力施加到所述下部电极的工序;及  
在所述第2期间从所述直流电源对所述上部电极施加直流电压的工序,  
所述直流电压设定为在由所述第2频率限定的各周期内,第1副期间中的其极性为负,且该第1副期间中的其绝对值大于与该第1副期间不同的第2副期间中的其绝对值。

## 等离子体处理装置及等离子体处理方法

### 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装置及等离子体处理方法。

### 背景技术

[0002] 等离子体处理装置用于等离子体蚀刻之类的基板的等离子体处理。等离子体处理装置构成为在腔室内生成等离子体，通过来自该等离子体的化学物种处理基板。作为等离子体处理装置的一种，已知有容量耦合型等离子体处理装置。容量耦合型等离子体处理装置具有上部电极及下部电极。包括下部电极的基板支承器在腔室内支承基板。上部电极设置于基板支承器的上方。容量耦合型等离子体处理装置通过在上部电极与下部电极之间生成高频电场，从腔室内的气体生成等离子体。

[0003] 日本特开2006-270017号公报中记载的容量耦合型等离子体处理装置具有与上部电极连接的直流电源。直流电源构成为对上部电极施加负极性的直流电压。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种能够从上部电极向基板供给调整后的量的电子的技术。

[0005] 在一个示例性实施方式中，提供等离子体处理装置。等离子体处理装置具备腔室、基板支承器、上部电极、高频电源、偏置电源、直流电源及控制部。基板支承器具备下部电极。基板支承器构成为在腔室内支承基板。上部电极设置于下部电极的上方。高频电源构成为为了从所述腔室内的气体生成等离子体而供给具有第1频率的高频电力。偏置电源与下部电极电连接。偏置电源构成为为了将离子引入到载置于基板支承器上的基板而供给偏置电力。偏置电力在由第2频率限定的各周期内使载置于基板支承器上的基板的电位变动。直流电源与上部电极电连接。控制部构成为控制高频电源、偏置电源及直流电源。控制部控制高频电源，以使在第1期间供给高频电力。控制部控制高频电源，以使将第1期间之后的第2期间中的高频电力的功率电平设定为从第1期间中的高频电力的功率电平减少的功率电平。控制部控制偏置电源，以使在第2期间内将偏置电力施加到下部电极。控制部控制直流电源，以使在第2期间对上部电极施加直流电压。第2期间中的直流电压设定为在由第2频率限定的各周期内，第1副期间中的其极性为负，且第1副期间中的其绝对值大于与第1副期间不同的第2副期间中的其绝对值。

[0006] 根据一个示例性实施方式，能够从上部电极向基板供给调整后的量的电子。

### 附图说明

[0007] 图1是概略地表示一示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。

[0008] 图2是涉及一个示例性实施方式的等离子体处理方法的流程图。

[0009] 图3是图1所示的等离子体处理装置中的偏置电力BP的电平、高频电力RF的功率电平、电位及直流电压DCS的一例的时序图。

[0010] 图4是表示偏置电力的另一例子的时序图。

[0011] 图5是图1所示的等离子体处理装置中的偏置电力BP的电平、高频电力RF的功率电平、电位(基板W或下部电极18的电位)及直流电压DCS的另一例子的时序图。

[0012] 图6是直流电压DCS的另一例子的时序图。

## 具体实施方式

[0013] 以下,对各种示例性实施方式进行说明。

[0014] 在一个示例性实施方式中,提供等离子体处理装置。等离子体处理装置具备腔室、基板支承器、上部电极、高频电源、偏置电源、直流电源及控制部。基板支承器具备下部电极。基板支承器构成为在腔室内支承基板。上部电极设置于下部电极的上方。高频电源构成为为了从所述腔室内的气体生成等离子体而供给具有第1频率的高频电力。偏置电源与下部电极电连接。偏置电源构成为为了将离子引入到载置于基板支承器上的基板而供给偏置电力。偏置电力在由第2频率限定的各周期内使载置于基板支承器上的基板的电位变动。直流电源与上部电极电连接。控制部构成为控制高频电源、偏置电源及直流电源。控制部控制高频电源,以使在第1期间供给高频电力。控制部控制高频电源,以使将第1期间之后的第2期间中的高频电力的功率电平设定为从第1期间中的高频电力的功率电平减少的功率电平。控制部控制偏置电源,以使在第2期间内将偏置电力施加到下部电极。控制部控制直流电源,以使在第2期间对上部电极施加直流电压。第2期间中的直流电压设定为在由第2频率限定的各周期内,第1副期间中的其极性为负,且第1副期间中的其绝对值大于与第1副期间不同的第2副期间中的其绝对值。

[0015] 根据上述实施方式,能够设定其绝对值较大的负极性的直流电压施加到上部电极时的基板的电位极性。在基板的电位为正电位时其绝对值较大的负极性的直流电压施加到上部电极的状态下,向基板供给比较多量的电子。另一方面,在基板的电位为负电位时其绝对值较大的负极性的直流电压施加到上部电极的状态下,供给至基板的电子的量较少。因此,根据上述实施方式,能够从上部电极向基板供给调整后的量的电子。并且,在基板的电位为正电位时其绝对值较大的负极性的直流电压施加到上部电极的状态下,腔室内的气体的离解度变低。另一方面,在基板的电位为负电位时其绝对值较大的负极性的直流电压施加到上部电极的状态下,腔室内的气体的离解度变高。因此,根据上述实施方式,能够在第2期间将腔室内的气体的离解度设定为调整后的离解度。

[0016] 在一个示例性实施方式中,控制部可以控制直流电源,以使在第2期间内偏置电力具有正电位时的直流电压的绝对值大于在第2期间内偏置电力具有负电位时的直流电压的绝对值。

[0017] 在一个示例性实施方式中,控制部可以控制直流电源,以使在第2期间内偏置电力具有负电位时的直流电压的绝对值大于在第2期间内偏置电力具有正电位时的直流电压的绝对值。

[0018] 在一个示例性实施方式中,控制部可以控制高频电源及偏置电源,以使在第1期间与第2期间之间的期间,停止高频电力的供给及偏置电力的供给。

[0019] 在一个示例性实施方式中,控制部可以控制直流电源,以使将直流电压在第1期间与第2期间之间的期间施加到上部电极。在第1期间与第2期间之间的期间施加到上部电极的直流电压具有比在第1副期间施加到上部电极的直流电压的最小绝对值小的绝对值,且

具有负极性。根据该实施方式，在第1期间与第2期间之间的期间，比较少量的电子从上部电极释放到腔室内。其结果，即使在第1期间与第2期间之间的期间，也能够可靠地维持等离子体。

[0020] 在一个示例性实施方式中，控制部可以控制直流电源，以使将直流电压在第1期间施加到上部电极，该直流电压具有比在第1副期间施加到上部电极的直流电压的最小绝对值小的绝对值，且具有负极性。

[0021] 在一个示例性实施方式中，在第1副期间通过直流电源施加到上部电极的直流电压的电平也可以以将上部电极与下部电极之间的电位差维持为恒定的方式变化。

[0022] 在一个示例性实施方式中，第2副期间中的直流电压的电平可以为零。

[0023] 在一个示例性实施方式中，偏置电力可以为具有第2频率的高频偏置电力。

[0024] 在一个示例性实施方式中，偏置电力可以为在由第2频率限定的各周期内的两个副期间中的其中一个副期间其极性为负的直流电压。在该实施方式中，偏置电力可以为在两个副期间中的另一个副期间其电平为零或其极性为负，且其绝对值小于其中一个副期间中的其绝对值的直流电压。

[0025] 在另一示例性实施方式中，提供等离子体处理方法。在等离子体处理方法中使用的等离子体处理装置具备腔室、基板支承器、上部电极、高频电源、偏置电源、直流电源及控制部。基板支承器具备下部电极。基板支承器构成为在腔室内支承基板。上部电极设置于下部电极的上方。高频电源构成为为了从所述腔室内的气体生成等离子体而供给具有第1频率的高频电力。偏置电源与下部电极电连接。偏置电源构成为为了将离子引入到载置于基板支承器上的基板而供给偏置电力。偏置电力在由第2频率限定的各周期内使载置于基板支承器上的基板的电位变动。直流电源与上部电极电连接。等离子体处理方法包括在第1期间供给高频电力的工序。等离子体处理方法还包括将第1期间之后的第2期间中的高频电力的功率电平设定为从第1期间中的高频电力的功率电平减少的功率电平的工序。等离子体处理方法还包括在第2期间内将偏置电力施加到下部电极的工序。等离子体处理方法还包括在第2期间从直流电源对上部电极施加直流电压的工序。直流电压设定为在由第2频率限定的各周期内，第1副期间中的其极性为负，且该第1副期间中的其绝对值大于与第1副期间不同的第2副期间中的其绝对值。

[0026] 以下，参考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，对相同或相等的部分标注相同的符号。

[0027] 图1是概略地表示一示例性实施方式所涉及的等离子体处理装置的图。图1所示的等离子体处理装置1为电容耦合型等离子体处理装置。等离子体处理装置1具备腔室10。腔室10中提供内部空间10s。内部空间10s的中心轴线为沿铅垂方向延伸的轴线AX。

[0028] 在一实施方式中，腔室10包括腔室主体12。腔室主体12具有大致圆筒形状。内部空间10s设置于腔室主体12中。腔室主体12例如由铝制成。腔室主体12被电接地。在腔室主体12的内壁面，即划分内部空间10s的壁面形成有具有抗等离子体性的膜。该膜可以是通过阳极氧化处理形成的膜或由氧化钇形成的膜之类的陶瓷制的膜。

[0029] 在腔室主体12的侧壁形成有通道12p。当在内部空间10s与腔室10的外部之间被搬运时，基板W穿过通道12p。为了该通道12p的开闭，沿腔室主体12的侧壁设置有闸阀12g。

[0030] 等离子体处理装置1还具备基板支承器16。基板支承器16构成为在腔室10中支承

载置于其上的基板W。基板W具有大致圆盘形状。基板支承器16被支承部17支承。支承部17从腔室主体12的底部沿上方延伸。支承部17具有大致圆筒形状。支承部17由石英之类的绝缘材料形成。

[0031] 基板支承器16具有下部电极18及静电卡盘20。下部电极18及静电卡盘20设置于腔室10中。下部电极18由铝之类的导电性材料形成,且具有大致圆盘形状。

[0032] 在下部电极18内形成有流路18f。流路18f是热交换介质用流路。作为热交换介质,使用液态的制冷剂或者通过其气化冷却下部电极18的制冷剂(例如,氯氟烃)。在流路18f上连接有热交换介质的供给装置(例如,冷却单元)。该供给装置设置于腔室10的外部。热交换介质从供给装置经由配管23a供给至流路18f。供给至流路18f的热交换介质经由配管23b返回至供给装置。

[0033] 静电卡盘20设置于下部电极18上。当在内部空间10s中被处理时,基板W载置于静电卡盘20上,并被静电卡盘20保持。

[0034] 静电卡盘20具有主体及电极。静电卡盘20的主体由氧化铝或氮化铝之类的电介质形成。静电卡盘20的主体具有大致圆盘形状。静电卡盘20的中心轴线与轴线AX大致一致。静电卡盘20的电极设置于主体内。静电卡盘20的电极具有膜形状。在静电卡盘20的电极上经由开关电连接有直流电源。当来自直流电源的电压施加到静电卡盘20的电极时,在静电卡盘20与基板W之间产生静电引力。通过所产生的静电引力,基板W被吸引到静电卡盘20并被静电卡盘20保持。

[0035] 静电卡盘20包含基板载置区域。基板载置区域是具有大致圆盘形状的区域。基板载置区域的中心轴线与轴线AX大致一致。当在腔室10内被处理时,基板W载置于基板载置区域的上表面上。

[0036] 在一实施方式中,静电卡盘20还可以包含边缘环载置区域。边缘环载置区域以绕静电卡盘20的中心轴线包围基板载置区域的方式在周向上延伸。在边缘环载置区域的上表面上搭载有边缘环ER。边缘环ER具有环形状。边缘环ER以其中心轴线与轴线AX一致的方式载置于边缘环载置区域上。基板W配置于由边缘环ER包围的区域内。即,边缘环ER配置成包围基板W的边缘。边缘环ER可以具有导电性。边缘环ER例如由硅或碳化硅形成。边缘环ER可以由石英之类的电介质形成。

[0037] 等离子体处理装置1还可以具备气体供给管路25。气体供给管路25将来自气体供给机构的传热气体,例如He气体供给至静电卡盘20的上表面与基板W的背面(下表面)之间的间隙。

[0038] 等离子体处理装置1还可以具备绝缘区域27。绝缘区域27配置于支承部17上。绝缘区域27相对于轴线AX在径向上配置于下部电极18的外侧。绝缘区域27沿下部电极18的外周面在周向上延伸。绝缘区域27由石英之类的绝缘体形成。边缘环ER载置于绝缘区域27及边缘环载置区域上。

[0039] 等离子体处理装置1还具备上部电极30。上部电极30设置于基板支承器16的上方。上部电极30与部件32一同封闭腔室主体12的上部开口。部件32具有绝缘性。上部电极30经由该部件32支承于腔室主体12的上部。

[0040] 上部电极30包括顶板34及支承体36。顶板34的下表面划分内部空间10s。在顶板34上形成有多个排气孔34a。多个排气孔34a分别沿板厚方向(铅垂方向)贯穿顶板34。该顶板

34并没有限定,例如由硅形成。或者,顶板34可以具有在铝制部件的表面设置有抗等离子体性的膜的结构。该膜可以是通过阳极氧化处理形成的膜或由氧化钇形成的膜之类的陶瓷制的膜。

[0041] 支承体36装卸自如地支承顶板34。支承体36例如由铝之类的导电性材料形成。在支承体36的内部设置有气体扩散室36a。多个气体孔36b从气体扩散室36a向下方延伸。多个气体孔36b分别与多个排气孔34a连通。支承体36中形成有气体导入端口36c。气体导入端口36c与气体扩散室36a连接。在气体导入端口36c上连接有气体供给管38。

[0042] 在气体供给管38上经由阀组41、流量控制器组42及阀组43连接有气体源组40。由气体源组40、阀组41、流量控制器组42及阀组43构成气体供给部GS。气体源组40包括多个气体源。阀组41及阀组43分别包括多个阀(例如开闭阀)。流量控制器组42包括多个流量控制器。流量控制器组42的多个流量控制器分别为质量流量控制器或压力控制式的流量控制器。气体源组40的多个气体源分别经由与阀组41对应的阀、与流量控制器组42对应的流量控制器及与阀组43对应的阀而连接于气体供给管38。等离子体处理装置1能够将来自选自气体源组40的多个气体源中的一个以上的气体源的气体以分别调整后的流量供给至内部空间10s。

[0043] 在基板支承器16或支承部17与腔室主体12的侧壁之间设置有挡板48。挡板48例如可以通过在铝制部件上涂覆氧化钇等陶瓷而构成。在该挡板48中形成有多个贯穿孔。在挡板48的下方,排气管52与腔室主体12的底部连接。在该排气管52上连接有排气装置50。排气装置50具有自动压力控制阀之类的压力控制器及涡轮分子泵等真空泵,能够减小内部空间10s的压力。

[0044] 等离子体处理装置1还具备高频电源61。高频电源61是产生高频电力RF的电源。高频电力RF用于从腔室10内的气体生成等离子体。高频电力RF具有第1频率。第1频率是27~100MHz的范围内的频率、例如40MHz或60MHz的频率。为了将高频电力RF供给至下部电极18,高频电源61经由匹配电路63与下部电极18连接。匹配电路63构成为使高频电源61的输出阻抗与负载侧(下部电极18侧)的阻抗匹配。另外,高频电源61可以不与下部电极18电连接,而可以经由匹配电路63与上部电极30连接。

[0045] 等离子体处理装置1还具备偏置电源62。偏置电源62与下部电极18电连接。在一实施方式中,偏置电源62经由电路64与下部电极18连接。偏置电源62构成为产生供给至下部电极18的偏置电力BP。偏置电力BP用于将离子引入到载置于基板支承器16上的基板W。偏置电力BP设定为使载置于基板支承器16上的基板W的电位在由第2频率限定的各周期内变动。偏置电力BP在由第2频率限定的各周期内能够使载置于基板支承器16上的基板W的电位变动为正电位和负电位。第2频率可以为低于第1频率的频率。第2频率例如为50kHz以上、27MHz以下。

[0046] 在一实施方式中,偏置电力BP为高频偏置电力。高频偏置电力为具有第2频率的高频电力。在偏置电力BP为高频偏置电力的情况下,电路64为匹配电路,构成为使偏置电力BP的输出阻抗与负载侧(下部电极18侧)的阻抗匹配。

[0047] 或者,偏置电源62也可以构成为在由第2频率限定的周期CY周期性地将负极性的直流电压的脉冲NP施加到下部电极18(参考图4)。各周期CY包括两个副期间Pc及Pd。负极性的直流电压的脉冲NP在这两个副期间中的其中一个副期间Pd施加到下部电极18。在这两个

副期间中的另一个副期间Pc，负极性的直流电压的脉冲NP不施加到下部电极18。或者，在副期间Pc从偏置电源62施加到下部电极18的直流电压的绝对值可以小于在副期间Pd从偏置电源62施加到下部电极18的直流电压(即，负极性的直流电压的脉冲NP)的绝对值。即，在两个副期间Pc及Pd中的其中一个副期间从偏置电源62施加到下部电极18的直流电压具有第1负电平。在两个副期间Pc及Pd中的另一个副期间从偏置电源62施加到下部电极18的直流电压具有零电平或具有第2负电平。第2负电平高于第1负电平。在负极性的直流电压的脉冲NP作为偏置电力BP施加到下部电极18的情况下，电路64可以为低通滤波器。

[0048] 等离子体处理装置1还具备直流电源70。直流电源70与上部电极30电连接。直流电源70构成为产生施加到上部电极30的直流电压DCS。

[0049] 在一实施方式中，等离子体处理装置1还可以具备电压传感器78。电压传感器78构成为直接或间接测定基板W的电位。在图1所示的例子中，电压传感器78构成为测定下部电极18的电位。具体而言，电压传感器78测定连接于下部电极18与偏置电源62之间的供电路的电位。

[0050] 在等离子体处理装置1中进行等离子体处理的情况下，气体供给至内部空间10s。然后，通过供给高频电力RF，在内部空间10s中气体被激励。其结果，在内部空间10s中生成等离子体。由基板支承器16支承的基板W被来自等离子体的离子及自由基之类的化学物种进行处理。例如，基板被来自等离子体的化学物种蚀刻。在等离子体处理装置1中，通过偏置电力BP供给至下部电极18，来自等离子体的正离子朝向基板W加速。并且，在等离子体处理装置1中，通过负极性的直流电压施加到上部电极30，来自等离子体的正离子与上部电极30(顶板34)碰撞。其结果，电子从上部电极30释放。当从上部电极30释放的电子供给至基板W时，由正电荷引起的基板W的带电量减少。其结果，能够使正离子到达形成于基板W的开口的底部。

[0051] 等离子体处理装置1还具备控制部MC。控制部MC是具备处理器、存储装置、输入装置、显示装置等的计算机，并控制等离子体处理装置1的各部。控制部MC执行存储于存储装置中的控制程序，并根据存储于该存储装置中的工序数据控制等离子体处理装置1的各部。通过基于控制部MC的控制，由工序数据指定的工艺在等离子体处理装置1中执行。后述的等离子体处理方法通过基于控制部MC的等离子体处理装置1的各部的控制，能够在等离子体处理装置1中执行。

[0052] 以下，参考图2～图6。图2是涉及一个示例性实施方式的等离子体处理方法的流程图。图3是图1所示的等离子体处理装置中的偏置电力BP的电平、高频电力RF的功率电平、电位(基板W或下部电极18的电位)及直流电压DCS的一例的时序图。图4是表示偏置电力的另一例子的时序图。图5是图1所示的等离子体处理装置中的偏置电力BP的电平、高频电力RF的功率电平、电位(基板W或下部电极18的电位)及直流电压DCS的另一例子的时序图。图6是直流电压DCS的另一例子的时序图。以下，参考图2～图6，对涉及一个示例性实施方式的等离子体处理方法(以下，称为“方法MT”)进行说明。此外，对控制部MC对高频电源61、偏置电源62及直流电源70的控制进行说明。

[0053] 在基板W载置于基板支承器16上的状态下执行方法MT。方法MT包括工序ST1、工序ST21、工序ST22及工序ST23。方法MT还可以包括工序STM。在方法MT的这些工序的各个执行中，来自气体供给部GS的气体能够供给至腔室10内。并且，在方法MT的这些工序的各个执行

中,腔室10内的气体的压力设定为指定的压力。为了执行方法MT的这些各工序,控制部MC控制气体供给部GS及排气装置50。

[0054] 工序ST1在第1期间P1执行。工序ST21、工序ST22及工序ST23在第1期间P1之后的第2期间P2执行。通过执行工序ST1,在第1期间P1,如图3及图5所示,从高频电源61供给高频电力RF。在图3及图5中,第1期间P1内的高频电力RF的功率电平表示为“H”电平,即高电平。在第1期间P1,也可以供给高频电力RF的连续波。或者,在第1期间P1,也可以周期性地供给高频电力RF的脉冲。为了执行工序ST1,控制部MC控制高频电源61,以使在第1期间P1供给高频电力RF。通过执行工序ST1,在腔室10内从气体生成等离子体。

[0055] 在偏置电力BP为高频偏置电力的情况下,在第1期间P1,高频偏置电力不供给至下部电极18。或者,在偏置电力BP为高频偏置电力的情况下,在第1期间P1,高频偏置电力的功率电平设定为低于第2期间P2中的高频偏置电力的功率电平(“H”电平)的功率电平。另外,在图3及图5中,第1期间P1中的高频偏置电力的功率电平表示为“L”电平。

[0056] 如上所述,偏置电力BP可以在周期CY周期性地施加到下部电极18的负极性的直流电压的脉冲NP(参考图4)。在使用负极性的直流电压的脉冲NP作为偏置电力BP的情况下,在第1期间P1,负极性的直流电压的脉冲NP不施加到下部电极18。或者,第1期间P1中的负极性的直流电压的脉冲NP的电平设定为小于第2期间P2中的负极性的直流电压的脉冲NP的绝对值(“H”电平)的绝对值。另外,在图4中,第1期间P1中的负极性的直流电压的脉冲NP的绝对值表示为“L”电平。

[0057] 如上所述,偏置电力BP使基板W或下部电极18的电位在各周期CY内变动。如图3及图4所示,在第1期间P1,在偏置电力BP不供给至下部电极18的情况下,基板W或下部电极18的电位可以为零。

[0058] 在第1期间P1,负极性的直流电压DCS可以不从直流电源70施加到上部电极30。或者,在第1期间P1,负极性的直流电压DCS也可以从直流电源70施加到上部电极30。在第1期间P1施加到上部电极30的直流电压DCS具有比在第2期间P2中的各周期CY内的第1副期间Pa施加到上部电极30的负极性的直流电压DCS的最小绝对值小的绝对值。在图3及图5中,在第1期间P1施加到上部电极30的直流电压DCS(第4负极性的DC电压)的电平表示为“V1”电平。并且,在第1副期间Pa施加到上部电极30的负极性的直流电压DCS的电平表示为“VH”电平。另外,各周期CY包括第1副期间Pa和第2副期间Pb。第2副期间Pb为与第1副期间Pa不同的期间。

[0059] 在第1期间P1,控制部MC控制高频电源61、偏置电源62及直流电源70,以使如上述那样设定高频电力RF的功率电平、偏置电力BP的电平及负极性的直流电压DCS的绝对值。

[0060] 在一实施方式中,也可以在工序ST1与工序ST21之间执行工序STM。工序STM在第1期间P1与第2期间P2之间的期间PM(中止期间:break period)执行。通过执行工序STM,在期间PM停止高频电力RF的供给及偏置电力BP的供给。为了执行工序STM,控制部MC控制高频电源61,以使在期间PM停止高频电力RF的供给。并且,为了执行工序STM,控制部MC控制偏置电源62,以使在期间PM停止偏置电力的供给。在方法MT中执行的等离子体处理为等离子体蚀刻的情况下,基板W上的沉积物的量在期间PM可以增加。或者除此之外,在期间PM促进反应生成物从形成于基板W的开口内的排出。

[0061] 在期间PM,负极性的直流电压DCS也可以不从直流电源70施加到上部电极30。或

者,在期间PM,负极性的直流电压DCS(第3负极性的DC电压)也可以从直流电源70施加到上部电极30。在期间PM施加到上部电极30的直流电压DCS具有比在第1副期间Pa施加到上部电极30的负极性的直流电压DCS的最小绝对值小的绝对值。另外,在图3及图5中,在期间PM施加到上部电极30的直流电压DCS的电平表示为“VM”电平。在期间PM,控制部MC控制直流电源70,以使如上述那样设定直流电压DCS的电平。当具有该绝对值的负极性的直流电压DCS在期间PM施加到上部电极时,比较少量的电子从上部电极30释放到腔室10内。其结果,能够在期间PM可靠地维持等离子体。

[0062] 如上所述,工序ST21、工序ST22及工序ST23在第1期间P1之后的第2期间P2执行。通过执行工序ST21,在第2期间P2,高频电力RF的功率电平(第2功率电平)设定为从第1期间P1中的高频电力RF的功率电平(第1功率电平)减少的功率电平。第2期间P2中的高频电力RF的功率电平可以为零。即,可以停止第2期间P2中的高频电力RF的供给。为了执行工序ST21,控制部MC控制高频电源61,以使将第2期间P2中的高频电力RF的功率电平设定为该功率电平。

[0063] 工序ST22在工序ST21的执行中执行。通过执行工序ST22,在第2期间P2,偏置电力BP从偏置电源62供给至下部电极18。如上所述,偏置电力BP设定为使载置于基板支承器16上的基板W的电位在由第2频率限定的各周期CY内变动为正电位和负电位。如上所述,偏置电力BP可以为高频偏置电力。或者,如上所述,偏置电力BP能够包含在由第2频率限定的周期CY周期性地施加到下部电极18的负极性的直流电压的脉冲NP。为了执行工序ST22,控制部MC控制偏置电源62,以使在第2期间P2将偏置电力BP施加到下部电极18。

[0064] 工序ST23在工序ST21及工序ST22的执行中执行。通过执行工序ST23,在第2期间P2,直流电压DCS从直流电源70施加到上部电极30。第2期间P2中的直流电压DCS设定为在各周期CY内的第1副期间Pa中的其极性为负,且第1副期间Pa中的其绝对值大于第2副期间Pb中的其绝对值。在图3及图5中,第1副期间Pa中的直流电压DCS(第1负极性的DC电压)的电平表示为“VH”电平。在第2副期间Pb,直流电压DCS也可以不施加到上部电极30。或者,在第2副期间Pb施加到上部电极30的直流电压DCS(第2负极性的DC电压)也可以设定为其极性为负,且其绝对值小于第1副期间Pa中的其绝对值。在图3及图5中,第2副期间Pb中的直流电压DCS的电平表示为“VL”电平。为了执行工序ST23,控制部MC控制直流电源70,以使在第2期间P2将直流电压DCS施加到上部电极30。

[0065] 在一实施方式中,如图6所示,在第1副期间Pa通过直流电源70施加到上部电极30的直流电压DCS的电平也可以以将上部电极30与下部电极18之间的电位差维持为恒定的方式变化。根据该实施方式,能够使从上部电极30释放并供给至基板W的电子的能量的分布变窄。

[0066] 在一实施方式中,如图3所示,直流电压DCS也可以设定为在基板W或下部电极18具有正电位时,其绝对值大于基板W或下部电极18具有负电位时的其绝对值。例如,直流电压DCS也可以设定为在偏置电力BP具有正电位时,其绝对值大于偏置电力BP具有负电位时的其绝对值。在该实施方式中,第1副期间Pa设定为与基板W或下部电极18具有正电位期间重复。并且,第2副期间Pb设定为与基板W或下部电极18具有负电位期间重复。第1副期间Pa及第2副期间Pb可以作为预先确定的数据存储于控制部MC的存储装置中,也可以使用该数据由控制部MC指定。或者,第1副期间Pa及第2副期间Pb也可以根据通过电压传感器78测定的电位,由控制部MC指定。在该实施方式中,在基板W的电位为正电位时,其绝对值较大的直流

电压DCS施加到上部电极30。因此,从上部电极30释放并供给至基板W的电子的量增多。

[0067] 在一实施方式中,如图5所示,直流电压DCS也可以设定为在基板W或下部电极18具有负电位时,其绝对值大于基板W或下部电极18具有正电位时的其绝对值。例如,直流电压DCS也可以设定为在偏置电力BP具有负电位时,其绝对值大于偏置电力BP具有正电位时的其绝对值。在该实施方式中,第1副期间Pa设定为与基板W或下部电极18具有负电位期间重复。并且,第2副期间Pb设定为与基板W或下部电极18具有正电位期间重复。第1副期间Pa及第2副期间Pb可以作为预先确定的数据存储于控制部MC的存储装置中,也可以使用该数据由控制部MC指定。或者,第1副期间Pa及第2副期间Pb也可以根据通过电压传感器78测定的电位,由控制部MC指定。在该实施方式中,在基板W的电位为负电位时,其绝对值较大的直流电压DCS施加到上部电极30。因此,从上部电极30释放并供给至基板W的电子的量减少。在该实施方式中,从上部电极30释放的电子使腔室10内的气体的离解度增加。

[0068] 如图2所示,在一实施方式中,可以重复包括工序ST1、工序ST21、工序ST22及工序ST23的循环。该循环还可以包括工序STM。此时,在工序STJ中,判定是否满足停止条件。在循环的执行次数达到规定次数的情况下,满足停止条件。当在工序STJ中判定为不满足停止条件时,重复循环。当在工序STJ中判定为满足停止条件时,方法MT结束。

[0069] 如以上说明,在等离子体处理装置1中,能够设定其绝对值较大的负极性的直流电压DCS施加到上部电极30时的基板W的电位极性。在基板W的电位为正电位时其绝对值较大的负极性的直流电压DCS施加到上部电极30的状态下,向基板W供给比较多量的电子。另一方面,在基板W的电位为负电位时其绝对值较大的负极性的直流电压DCS施加到上部电极30的状态下,供给至基板W的电子的量较少。因此,能够从上部电极30向基板W供给调整后的量的电子。并且,在基板W的电位为正电位时其绝对值较大的负极性的直流电压DCS施加到上部电极30的状态下,腔室10内的气体的离解度变低。另一方面,在基板W的电位为负电位时其绝对值较大的负极性的直流电压DCS施加到上部电极30的状态下,腔室10内的气体的离解度变高。因此,能够在第2期间P2将腔室10内的气体的离解度设定为调整后的离解度。

[0070] 以上,对各种示例性实施方式进行了说明,但并不限于上述示例性实施方式,可以进行各种追加、省略、替换及变更。并且,能够组合不同的实施方式中的要件来形成其他实施方式。

[0071] 从以上说明可理解,本发明的各实施方式以说明为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及宗旨的情况下进行各种变更。因此,本说明书中公开的各实施方式并不旨在限定,真正的范围和宗旨可由所附的技术方案的范围来示出。

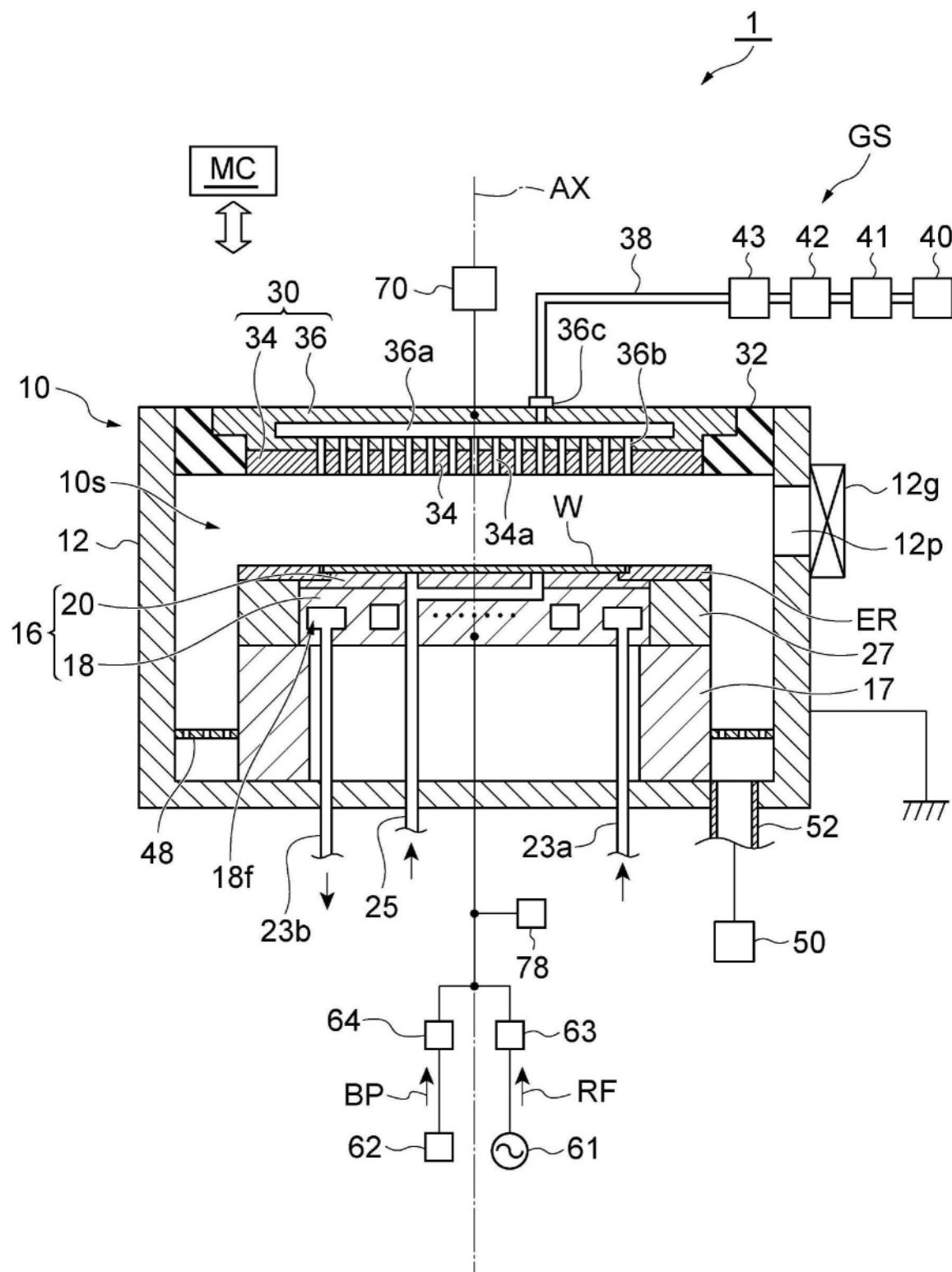


图1

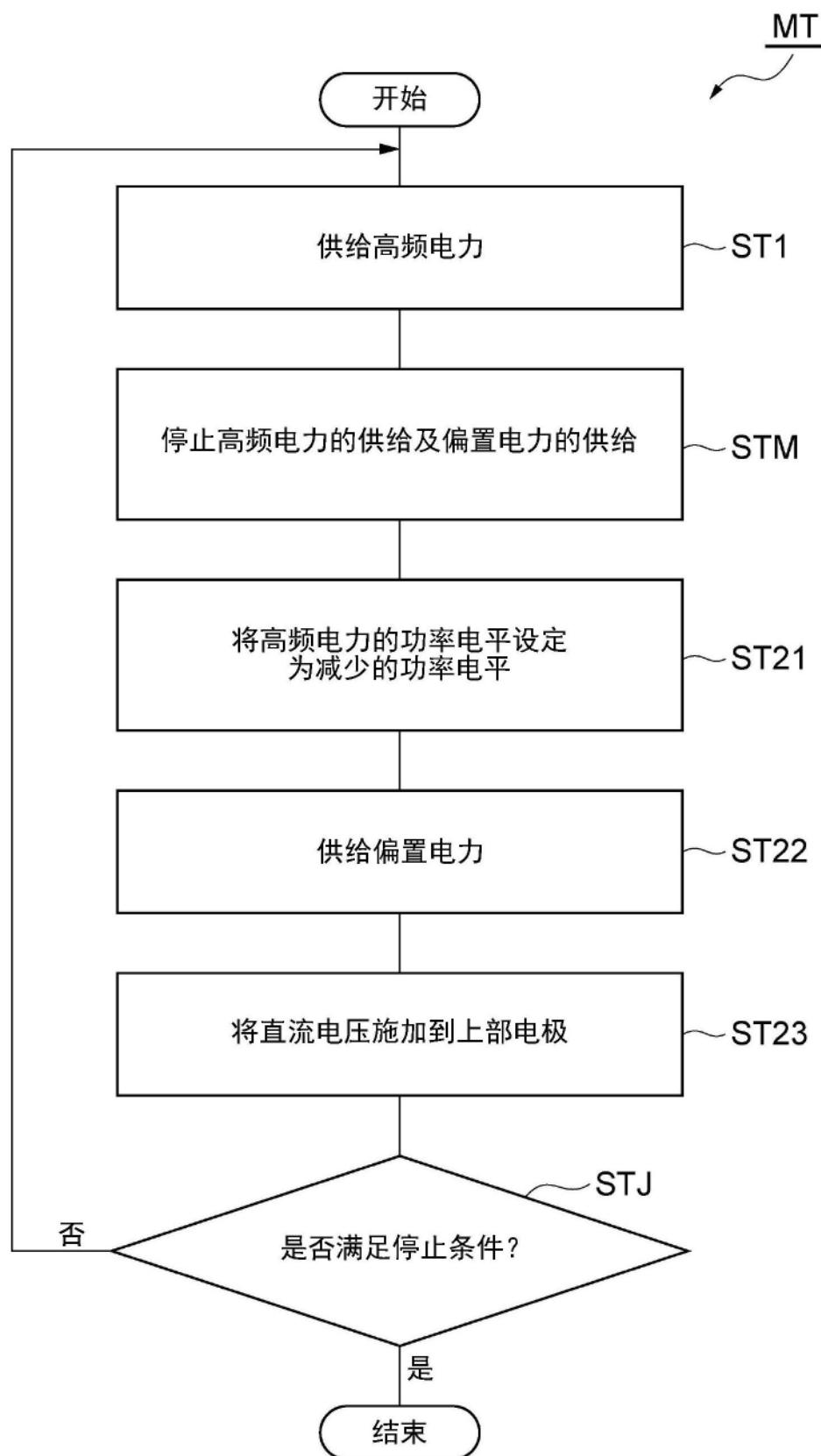


图2

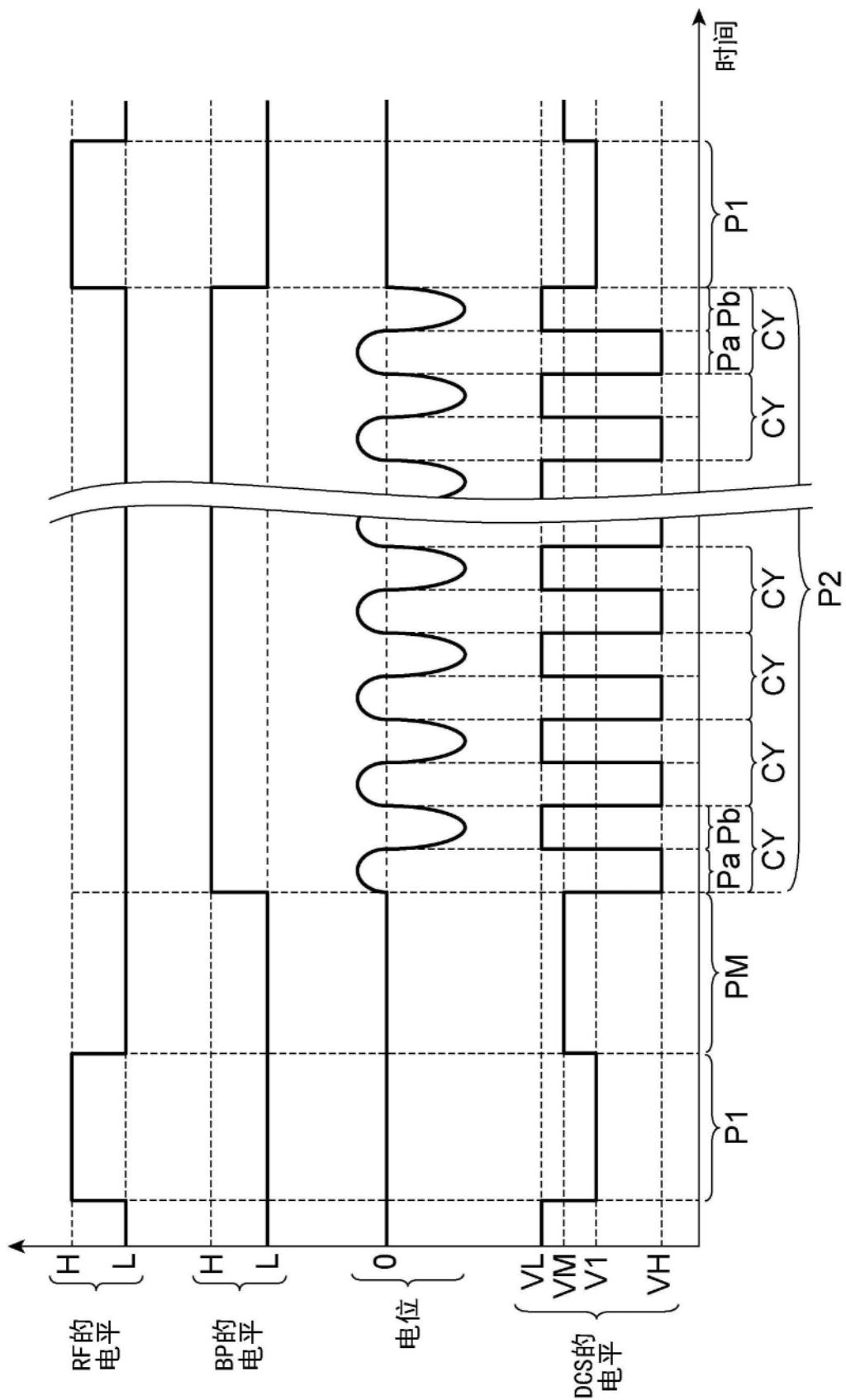


图3

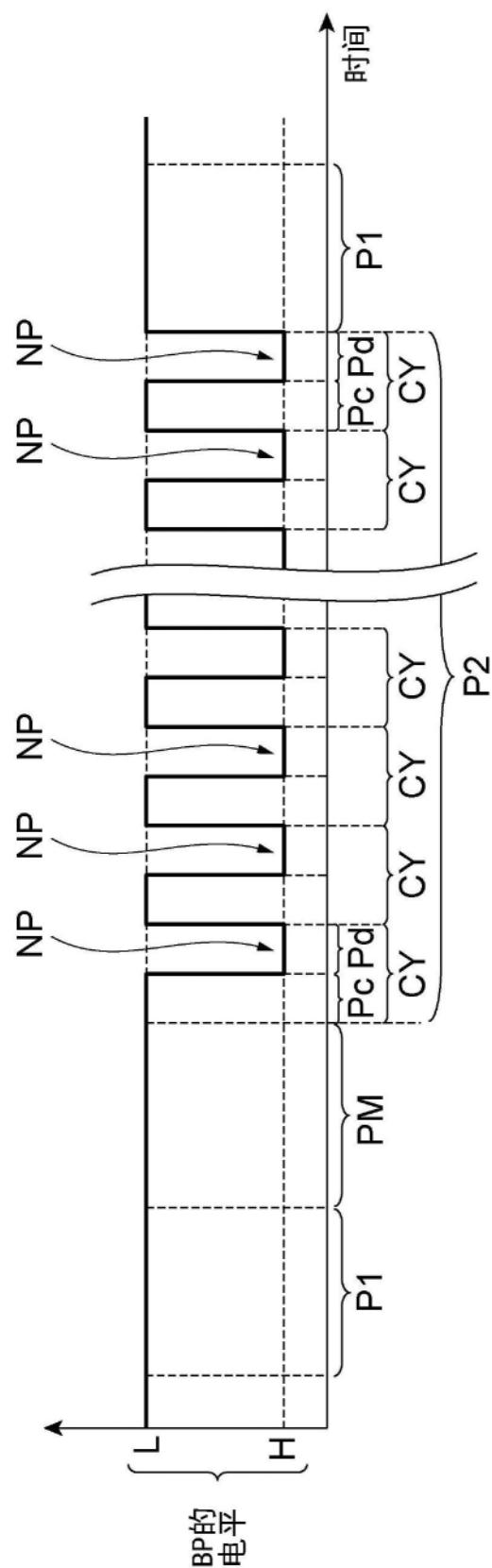


图4

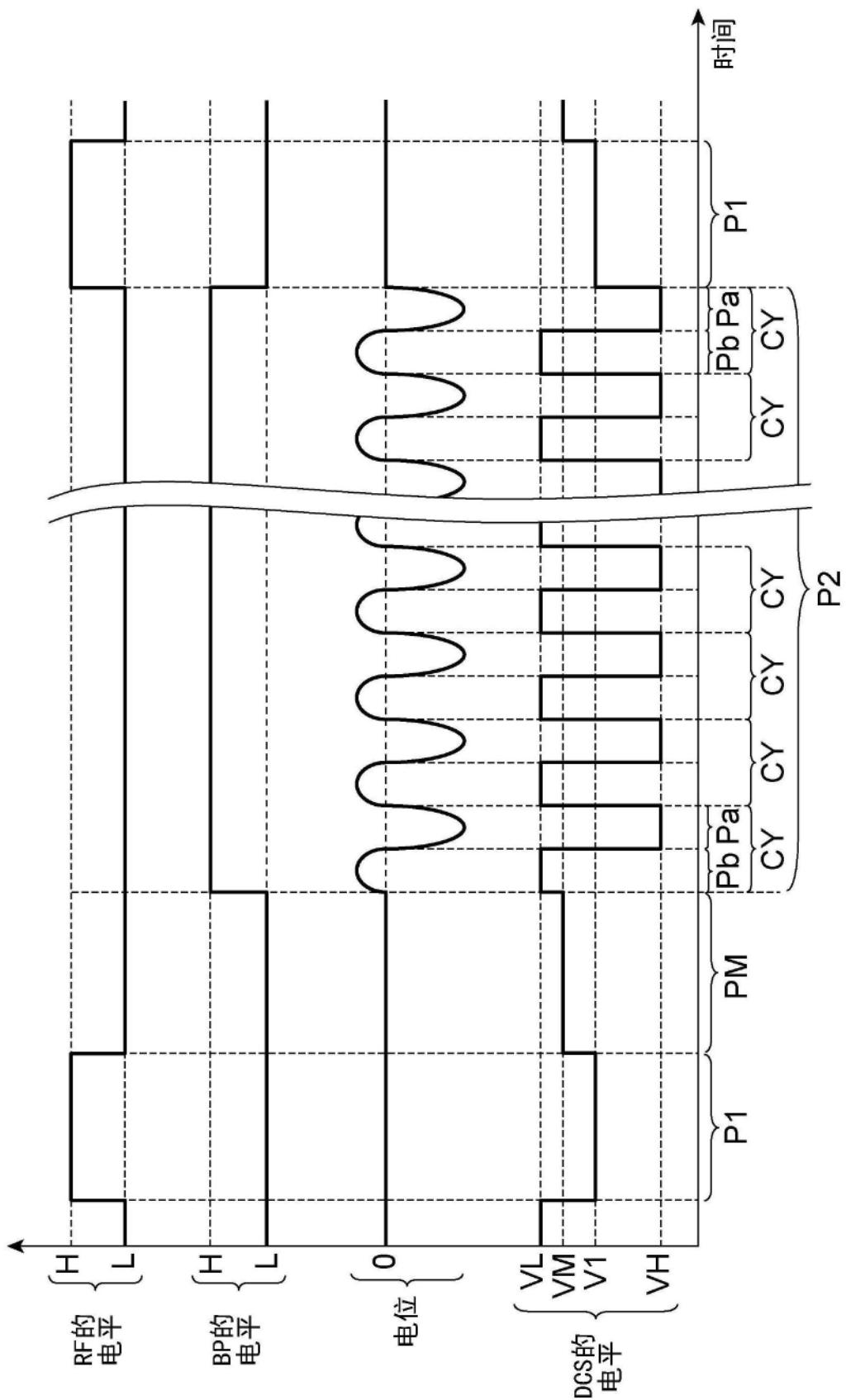


图5

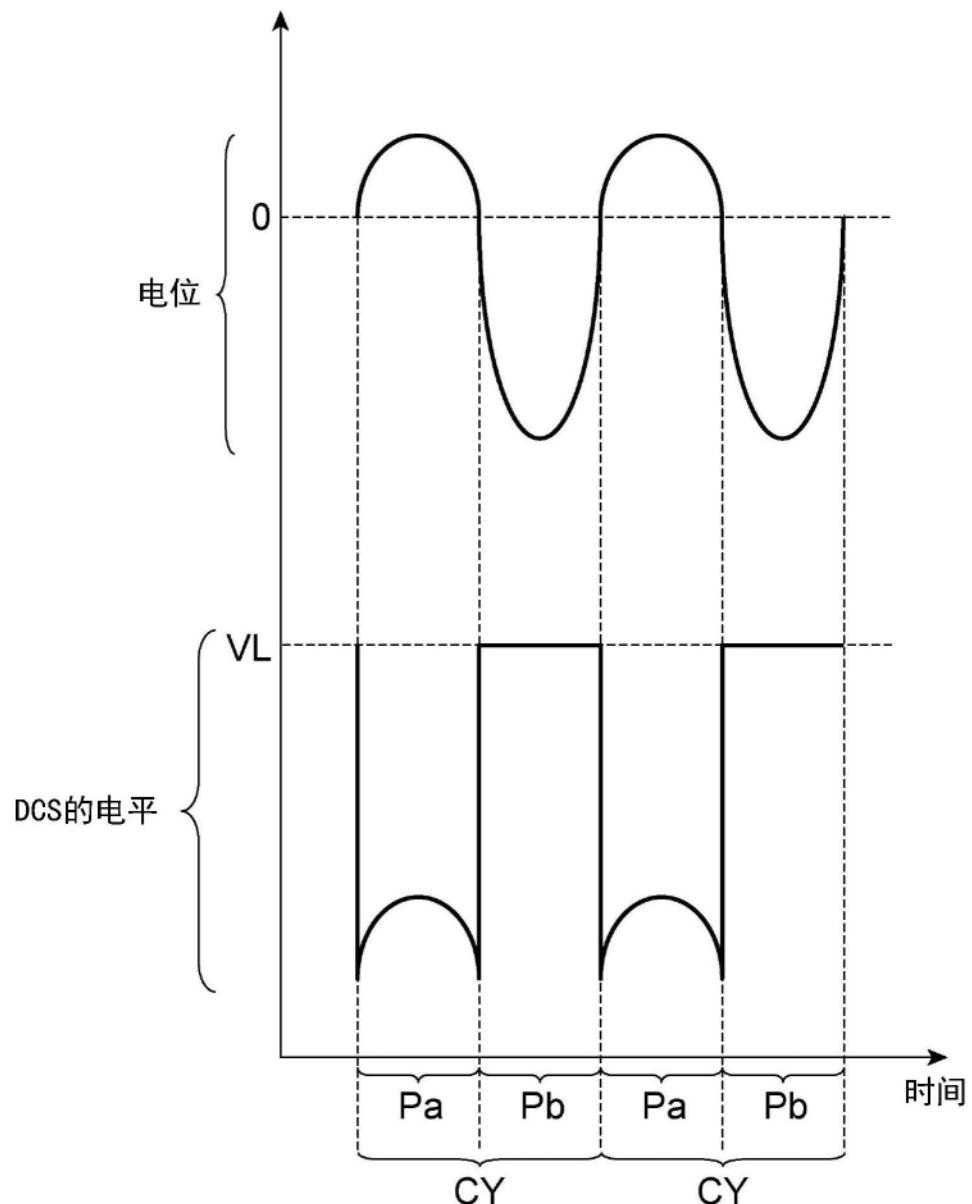


图6