



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111146061 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 08

(21) 申请号 201911058656.8

(22) 申请日 2019.11.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111146061 A

(43) 申请公布日 2020.05.12

(30) 优先权数据  
2018-208007 2018.11.05 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 永海幸一 永关一也 桧森慎司

(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 刘芄茜

(51) Int. Cl.

H01J 37/248 (2006.01)

H01J 37/305 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105103274 A, 2015.11.25

JP H11224796 A, 1999.08.17

US 2016056017 A1, 2016.02.25

审查员 吕莎莎

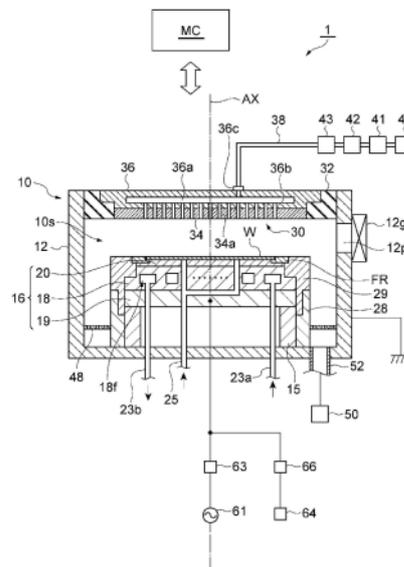
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

## (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

本发明提供等离子体处理装置和等离子体处理方法。在一个例示的实施方式的等离子体处理装置中,基片支承台设置于腔室内。基片支承台的下部电极与电源单元连接。在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中,电源单元将第一直流电压施加到下部电极。第一直流电压为正极性的直流电压。电源单元为了对载置于基片支承台上的基片进行蚀刻,在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中,将第二直流电压施加到下部电极。第二直流电压为负极性的直流电压。电源单元输出的直流电压从第一直流电压被连续地切换为第二直流电压。本发明能够使基片的正电荷量减少并且使蚀刻速率提高。



1. 一种等离子体处理装置,其特征在于,包括:  
腔室;  
基片支承台,其具有下部电极,设置于所述腔室内;  
高频电源,其构成为为了在所述腔室内由气体生成等离子体而供给高频电力;和  
电源单元,其与所述下部电极电连接,构成为能够产生正极性的直流电压和负极性的直流电压,

所述电源单元构成为:

能够在所述腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的第一期间中,停止对所述下部电极施加直流电压,

能够在所述腔室内由所述蚀刻气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第一期间之后的第二期间中,将作为正极性的直流电压的第一直流电压施加到所述下部电极,

能够为了对载置于所述基片支承台上的基片进行蚀刻,在所述腔室内由所述蚀刻气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第二期间之后的第三期间中,将作为负极性的直流电压的第二直流电压施加到所述下部电极,

所述电源单元输出的直流电压从所述第二期间中的所述第一直流电压被连续地切换为所述第三期间中的所述第二直流电压,所述电源单元停止输出所述第一直流电压的所述第二期间的终止时刻与所述电源单元开始输出所述第二直流电压的所述第三期间的开始时刻是彼此相同的、连续的,

所述电源单元构成为能够反复进行在所述第一期间中停止对所述下部电极施加直流电压的动作、在所述第二期间中对所述下部电极施加所述第一直流电压的动作和在所述第三期间中对所述下部电极施加所述第二直流电压的动作,

所述高频电力具有27MHz以上100MHz以下的频率,被供给到所述下部电极,

所述第二直流电压的绝对值为3kV以上。

2. 如权利要求1所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述第一直流电压的绝对值比所述第二直流电压的绝对值小。

3. 如权利要求1或2所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述第三期间的时长为所述第一期间的时长与所述第二期间的时长之和以下。

4. 如权利要求3所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述第三期间的时长为10 $\mu$ 秒以下。

5. 如权利要求3所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述第二期间的时长为所述第一期间的时长以下。

6. 如权利要求1或2所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述电源单元还构成为:

能够在所述腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中的第四期间中,将作为负极性的直流电压的第三直流电压施加到所述下部电极,

能够在所述腔室内由所述清洁气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第四期间之后的第五期间中,再次停止对所述下部电极施加直流电压,

能够在所述腔室内由所述清洁气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第五期间之后的第六期间中,将作为正极性的直流电压的第四直流电压施加到所述下部电极,

所述第四期间的时长比所述第五期间的时长与所述第六期间的时长之和长。

7. 如权利要求6所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述第四期间的时长比所述第三期间的时长长。

8. 如权利要求6所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述电源单元构成为能够反复进行在所述第四期间中对所述下部电极施加所述第三直流电压的动作、在所述第五期间中停止对所述下部电极施加直流电压的动作和在所述第六期间中对所述下部电极施加所述第四直流电压的动作。

9. 一种使用等离子体处理装置来实施的等离子体处理方法,其特征在于:

所述等离子体处理装置包括:

腔室;

基片支承台,其具有下部电极,设置于所述腔室内;

高频电源,其构成为为了在所述腔室内由气体生成等离子体而供给高频电力;和

电源单元,其与所述下部电极电连接,构成为能够产生正极性的直流电压和负极性的直流电压,

该等离子体处理方法包括:

在所述腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的第一期间中,停止从所述电源单元对所述下部电极施加直流电压的步骤;

在所述腔室内由所述蚀刻气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第一期间之后的第二期间中,从所述电源单元对所述下部电极施加第一直流电压的步骤,该步骤中该第一直流电压为正极性的电压;和

为了对载置于所述基片支承台上的基片进行蚀刻,在所述腔室内由所述蚀刻气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第二期间之后的第三期间中,从所述电源单元对所述下部电极施加第二直流电压的步骤,该步骤中所述第二直流电压为负极性的直流电压,

反复进行所述停止的步骤、所述施加第一直流电压的步骤和所述施加第二直流电压的步骤,

所述电源单元输出的直流电压从所述第二期间中的所述第一直流电压被连续地切换为所述第三期间中的所述第二直流电压,所述电源单元停止输出所述第一直流电压的所述第二期间的终止时刻与所述电源单元开始输出所述第二直流电压的所述第三期间的开始时刻是彼此相同的、连续的,

所述高频电力具有27Mhz以上100MHz以下的频率,被供给到所述下部电极,

所述第二直流电压的绝对值为3kV以上。

10. 如权利要求9所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第一直流电压的绝对值比所述第二直流电压的绝对值小。

11. 如权利要求9或10所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第三期间的时长为所述第一期间的时长与所述第二期间的时长之和以下。

12. 如权利要求11所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第三期间的时长为10 $\mu$ 秒以下。

13. 如权利要求11所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第二期间的时长为所述第一期间的时长以下。

14. 如权利要求9或10所述的等离子体处理方法,其特征在于,还包括:

在所述腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中的第四期间中,从所述电源单元对所述下部电极施加第三直流电压的步骤,该步骤中该第三直流电压为负极性的直流电压;

在所述腔室内由所述清洁气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第四期间之后的第五期间中,再次停止从所述电源单元对所述下部电极施加直流电压的步骤;和

在所述腔室内由所述清洁气体生成所述等离子体的生成过程中且所述第五期间之后的第六期间中,从所述电源单元对所述下部电极施加第四直流电压的步骤,该步骤中该第四直流电压为正极性的直流电压,

所述第四期间的时长比所述第五期间的时长与所述第六期间的时长之和长。

15. 如权利要求14所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第四期间的时长比所述第三期间的时长长。

16. 如权利要求14所述的等离子体处理方法,其特征在于:

反复进行所述施加第三直流电压的步骤、所述再次停止的步骤和所述施加第四直流电压的步骤。

## 等离子体处理装置和等离子体处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明中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] 等离子体处理装置在对基片的等离子体蚀刻中使用。等离子体处理装置具有腔室和基片支承台。基片支承台具有下部电极,设置于腔室内。在实施等离子体蚀刻时,基片被载置在基片支承台上。并且,在腔室内由气体生成等离子体。基片被来自等离子体的正离子蚀刻。其结果是,在基片形成开口。

[0003] 当进行基于正离子的基片的蚀刻时,基片带电。在基片带电的状态下,向开口的内部供给的正离子的供给量减少。其结果是,可能降低蚀刻速率。或者,在基片带电的状态下,在基片形成的开口的形状可能发生异常。

[0004] 为了减少基片的正电荷量,在专利文献1记载的技术中,从电源对下部电极施加正极性的直流电压。接着,停止对下部电极施加直流电压。接着,从电源对下部电极施加负极性的直流电压。其结果是,正离子被引入到基片而进行蚀刻。过一会儿之后,停止对下部电极施加直流电压。在专利文献1所记载的技术中,反复进行对下部电极施加正极性的直流电压的动作、停止对下部电极施加直流电压的动作、对下部电极施加负极性的直流电压的动作和停止对下部电极施加直流电压的动作。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2012-79886号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的技术问题

[0009] 等离子体蚀刻中,谋求使基片的正电荷量减少并且使蚀刻速率提高。

[0010] 用于解决技术问题的技术方案

[0011] 在一个例示的实施方式中,提供等离子体处理装置。等离子体处理装置包括腔室、基片支承台、高频电源和电源单元。基片支承台具有下部电极,设置于腔室内。高频电源构成为为了在腔室内由气体生成等离子体而供给高频电力。电源单元构成为能够产生正极性的直流电压和负极性的直流电压。电源单元与下部电极电连接。在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的第一期间中,电源单元停止对下部电极施加直流电压。在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中且第一期间之后的第二期间中,电源单元将第一直流电压施加到下部电极。第一直流电压为正极性的直流电压。为了对载置于基片支承台上的基片进行蚀刻,在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中且第二期间之后的第三期间中,电源单元将第二直流电压到下部电极。第二直流电压为负极性的直流电压。电源单元输出的直流电压从第二期间中的第一直流电压被连续地切换为第三期间中的第二直流电压。

[0012] 发明效果

[0013] 依照一个例示的实施方式,能够实现使基片的正电荷量减少并且使蚀刻速率提高。

### 附图说明

[0014] 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的图。

[0015] 图2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。

[0016] 图3是表示图2所示的等离子体处理方法中的电源单元的输出电压的一例的时序图。

[0017] 附图标记的说明

[0018] 1……等离子体处理装置,10……腔室,16……支承台,18……下部电极,61……高频电源,64……电源单元。

### 具体实施方式

[0019] 以下对各种例示的实施方式进行说明。

[0020] 在一个例示的实施方式中,提供等离子体处理装置。等离子体处理装置包括腔室、基片支承台、高频电源和电源单元。基片支承台具有下部电极,设置于腔室内。高频电源构成为为了在腔室内由气体生成等离子体而供给高频电力。电源单元构成为能够产生正极性的直流电压和负极性的直流电压。电源单元与下部电极电连接。在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的第一期间中,电源单元停止对下部电极施加直流电压。在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中且第一期间之后的第二期间中,电源单元将第一直流电压施加到下部电极。第一直流电压为正极性的直流电压。为了对载置于基片支承台上的基片进行蚀刻,在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中且第二期间之后的第三期间中,电源单元将第二直流电压到下部电极。第二直流电压为负极性的直流电压。电源单元输出的直流电压从第二期间中的第一直流电压被连续地切换为第三期间中的第二直流电压。

[0021] 在等离子体的生成过程中,当对下部电极施加正极性的直流电压时,从等离子体向基片供给负离子和/或电子。其结果是,依照上述实施方式,基片的正电荷量在第二期间中减少。在等离子体的生成过程中对下部电极施加负极性的直流电压时,来自等离子体的正离子向基片加速。其结果是,依照上述实施方式,在第三期间中基片以高的蚀刻速率被蚀刻。并且,由于电源单元输出的直流电压从第二期间中的第一直流电压被连续地切换为第三期间中的第二直流电压,因此进一步提高在第三期间中与基片碰撞的正离子的能量。因此,依照上述实施方式,能够进一步提高蚀刻速率。

[0022] 在一个例示的实施方式中,第一直流电压的绝对值比第二直流电压的绝对值小。

[0023] 在一个例示的实施方式中,第三期间的时长为第一期间的时长与第二期间的时长之和以下。

[0024] 在一个例示的实施方式中,第三期间的时长可以为10 $\mu$ 秒以下。

[0025] 在一个例示的实施方式中,第二期间的时长可以为第一期间的时长以下。

[0026] 在一个例示的实施方式中,电源单元可以反复进行在第一期间中停止对下部电极

施加直流电压的动作、在第二期间中对下部电极施加第一直流电压的动作和在第三期间中对下部电极施加第二直流电压的动作。

[0027] 在一个例示的实施方式中,在腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中的第四期间中,电源单元将第三直流电压施加到下部电极。第三直流电压为负极性的直流电压。在腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中且第四期间之后的第五期间中,电源单元再次停止对下部电极施加直流电压。在腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中且第五期间之后的第六期间中,电源单元将第四直流电压施加到下部电极。第四直流电压为正极性的直流电压。第四期间的时长比第五期间的时长与第六期间的时长之和长。在第四期间的时长比较长的情况下,在第六期间中等离子体的电位变高。由于在第六期间中对下部电极施加了正极性的直流电压,因此离子从等离子体向腔室的内壁面加速。其结果是,能够除去附着于腔室的内壁面的沉积物。

[0028] 在一个例示的实施方式中,第四期间的时长可以比第三期间的时长长。

[0029] 在一个例示的实施方式中,电源单元能够反复进行在第四期间中对下部电极施加第三直流电压的动作、在第五期间中停止对下部电极施加直流电压的动作和在第六期间中对下部电极施加第四直流电压的动作。

[0030] 在另一例示的实施方式中,提供使用等离子体处理装置实施的等离子体处理方法。等离子体处理装置包括腔室、晶片支承台、高频电源和电源单元。晶片支承台具有下部电极,设置于腔室内。高频电源构成为为了在腔室内由气体生成等离子体而供给高频电力。电源单元构成为能够产生正极性的直流电压和负极性的直流电压,与下部电极电连接。等离子体处理方法包括在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的第一期间中,停止从电源单元对下部电极施加直流电压的步骤。等离子体处理方法还包括在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中且第一期间之后的第二期间中,从电源单元对下部电极施加第一直流电压的步骤。第一直流电压为正极性的电压。等离子体处理方法还包括还为了对载置于晶片支承台上的晶片进行蚀刻,在腔室内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中且第二期间之后的第三期间中,从电源单元对下部电极施加第二直流电压的步骤。第二直流电压为负极性的直流电压。电源单元输出的直流电压从第二期间中的第一直流电压被连续地切换为第三期间中的第二直流电压。

[0031] 在一个例示的实施方式中,第一直流电压的绝对值比第二直流电压的绝对值小。

[0032] 在一个例示的实施方式中,第三期间的时长为第一期间的时长与第二期间的时长之和以下。

[0033] 在一个例示的实施方式中,第三期间的时长可以为10 $\mu$ 秒以下。

[0034] 在一个例示的实施方式中,第二期间的时长可以为第一期间的时长以下。

[0035] 在一个例示的实施方式中,可以反复进行停止的步骤、施加第一直流电压的步骤和施加第二直流电压的步骤。

[0036] 在一个例示的实施方式中,等离子体处理方法还包括在腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中的第四期间中,从电源单元对下部电极施加第三直流电压的步骤。第三直流电压为负极性的直流电压。等离子体处理方法还包括在腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中且第四期间之后的第五期间中,再次停止从电源单元对下部电极施加直流电压的步骤。等离子体处理方法还包括在腔室内由清洁气体生成等离子体的生成过程中

且第五期间之后的第六期间中,从电源单元对下部电极施加第四直流电压的步骤。第四直流电压为正极性的直流电压。第四期间的时长比第五期间的时长与第六期间的时长之和长。

[0037] 在一个例示的实施方式中,第四期间的时长可以比第三期间的时长长。

[0038] 在一个例示的实施方式中,可以反复实施施加第三直流电压的步骤、再次停止的步骤和施加第四直流电压的步骤。

[0039] 以下,参照附图,对各种例示的实施方式进行详细的说明。其中,在各附图中对于相同或者相应的部分标注相同的附图标记。

[0040] 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的图。图1所示的等离子体处理装置1是电容耦合型的等离子体处理装置。等离子体处理装置1具有腔室10。腔室10在其中形成内部空间10s。在一个实施方式中,腔室10包含腔室主体12。腔室主体12具有大致圆筒形状。内部空间10s形成于腔室主体12之中。腔室主体12例如由铝构成。腔室主体12电接地。在腔室主体12的内壁面即形成内部空间10s的壁面,形成有具有耐等离子体性的膜。该膜可以通过阳极氧化处理而形成的膜或者由氧化钇形成的膜这样的陶瓷制的膜。

[0041] 在腔室主体12的侧壁形成有通路12p。当在内部空间10s与腔室10的外部之间输送基片W时,基片W通过通路12p。为了开闭该通路12p,沿腔室主体12的侧壁设置有闸阀12g。

[0042] 在腔室10中设置有基片支承台,即支承台16。支承台16构成为能够支承载置于其上的基片W。基片W具有大致圆盘形状。支承台16由支承体15支承。支承体15从腔室主体12的底部向上方延伸。支承体15具有大致圆筒形状。支承体15由石英这样的绝缘材料形成。

[0043] 支承台16具有下部电极18。支承台16可以具有静电吸盘20。支承台16还可以具有电极板19。电极板19由铝这样的导电性材料形成,具有大致圆盘形状。下部电极18设置于电极板19上。下部电极18由铝这样的导电性材料形成,具有大致圆盘形状。下部电极18与电极板19电连接。

[0044] 在下部电极18内形成有流路18f。流路18f是热交换介质用的流路。作为热交换介质,可以使用液状的制冷剂或者通过其气化而冷却下部电极18的制冷剂(例如,氟利昂)。流路18f与热交换介质的循环装置(例如,冷却单元)连接。该循环装置设置于腔室10的外部。从循环装置经由配管23a将热交换介质供给到流路18f。供给到流路18f中的热交换介质经由配管23b返回到循环装置。

[0045] 静电吸盘20设置于下部电极18上。基片W在内部空间10s中被处理时载置于静电吸盘20上,由静电吸盘20保持。静电吸盘20具有主体和电极。静电吸盘20的主体由氧化铝或者氮化铝这样的电介质形成。静电吸盘20的主体具有大致圆盘形状。静电吸盘20包括基片载置区域和聚焦环搭载区域。基片载置区域是具有大致圆盘形状的区域。基片载置区域的上表面沿水平面延伸。包括基片载置区域的中心在内的、在铅垂方向上延伸的轴线AX与腔室10的中心轴线大致一致。基片W在腔室10内被处理时,被载置于在基片载置区域的上表面上。

[0046] 聚焦环搭载区域以包围基片载置区域的方式在周向上延伸。聚焦环FR搭载在聚焦环搭载区域的上表面上。聚焦环FR具有环形形状。基片W配置在由聚焦环FR包围的区域内。即,聚焦环FR包围载置于静电吸盘20的基片载置区域上的基片W的边缘。聚焦环FR例如由硅或者碳化硅形成。

[0047] 静电吸盘20的电极设置于静电吸盘20的主体内。静电吸盘20的电极是由导体形成

的膜。静电吸盘20的电极与直流电源电连接。当从直流电源对静电吸盘20的电极施加直流电压时,在静电吸盘20与基片W之间产生静电引力。利用所产生的静电引力,将基片W吸引到静电吸盘20而由静电吸盘20保持。

[0048] 等离子体处理装置1还可以具有气体供给管25。气体供给管25将来自气体供给机构的导热气体例如He气体供给到静电吸盘20的上表面与基片W的背面(下表面)之间。

[0049] 等离子体处理装置1还包括筒状部28和绝缘部29。筒状部28从腔室主体12的底部向上方延伸。筒状部28沿支承体15的外周延伸。筒状部28由导电性材料形成,具有大致圆筒形状。筒状部28电接地。绝缘部29设置于筒状部28上。绝缘部29由具有绝缘性的材料形成。绝缘部29例如由石英这样的陶瓷形成。绝缘部29具有大致圆筒形状。绝缘部29沿电极板19的外周、下部电极18的外周和静电吸盘20的外周延伸。

[0050] 等离子体处理装置1还包括上部电极30。上部电极30设置于支承台16的上方。上部电极30与部件32一起封闭腔室主体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。

[0051] 上部电极30包括顶板34和支承体36。顶板34的下表面形成内部空间10s。在顶板34形成有多个气体排出孔34a。多个气体排出孔34a的各自在板厚方向(铅垂方向)上贯通顶板34。该顶板34不是特别限定的部件,例如由硅形成。或者,顶板34可以具有在铝制的部件的表面设有耐等离子体性的膜的结构。该膜可以通过阳极氧化处理而形成的膜或者是由氧化钇形成的膜这样的陶瓷制的膜。

[0052] 支承体36可拆装地支撑着顶板34。支承体36例如由铝这样的导电性材料形成。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分别与多个气体排出孔34a连通。在支承体36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。气体供给管38连接到气体导入端口36c。

[0053] 气体源组40经由阀组41、流量控制器组42和阀组43连接到气体供给管38。气体源组40、阀组41、流量控制器组42和阀组43构成气体供给部。气体源组40包括多个气体源。多个气体源包括在各种实施方式的等离子体处理方法中使用的多个气体的源。多个气体包括蚀刻气体和清洁气体。阀组41和阀组43各自包括多个阀(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的多个流量控制器各自为质量流量控制器或者压力控制式的流量控制器。气体源组40的多个气体源各自经由阀组41对应的阀、流量控制器组42对应的流量控制器和阀组43对应的阀连接到气体供给管38。等离子体处理装置1能够将将从气体源组40的多个气体源中选择出的一个以上的气体源的气体以独立地调节的流量供给到内部空间10s。

[0054] 在筒状部28与腔室主体12的侧壁之间设置有隔挡部件48。隔挡部件48可以是板状的部件。隔挡部件48例如能够通过铝制的板材覆盖氧化钇等的陶瓷来构成。在该隔挡部件48形成有多个贯通孔。在隔挡部件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连接着排气装置50。排气装置50具有自动压力控制阀这样的压力控制器和涡轮分子泵等真空泵,能够将内部空间10s中的压力减压。

[0055] 等离子体处理装置1还具有高频电源61。高频电源61是产生等离子体生成用的高频电力的电源。高频电力的频率没有特别的限定,可以是27~100MHz的范围内的频率,例如40MHz或者60MHz。为了将高频电力供给到下部电极18,高频电源61经由匹配器63和电极板

19与下部电极18连接。匹配器63具有用于使高频电源61的输出阻抗与负载侧(下部电极18侧)的阻抗相匹配的匹配电路。此外,高频电源61也可以不与下部电极18电连接,可以经由匹配器63与上部电极30连接。

[0056] 等离子体处理装置1还具有电源单元64。电源单元64构成为能够产生施加到下部电极18的直流电压。电源单元64构成为能够产生负极性的直流电压和正极性的直流电压。电源单元64与下部电极18电连接。在一个实施方式中,电源单元64经由低通滤波器66连接到将匹配器63和电极板19彼此连接的电通路。关于电源单元64的动作的详细内容在后文说明。

[0057] 在等离子体处理装置1中,将气体供给到内部空间10s。然后,通过供给高频电力,而在内部空间10s中激励气体。其结果是,能够在内部空间10s中生成等离子体。利用来自所生成的等离子体的离子和/或自由基这样的化学种对基片W进行处理。或者,利用来自所生成的等离子体的离子和/或自由基这样的化学种进行腔室10的内壁面的清洁。

[0058] 等离子体处理装置1还具有控制部MC。控制部MC是具有处理器、存储装置、输入装置、显示装置等的计算机,能够控制等离子体处理装置1的各部。具体而言,控制部MC执行存储于存储装置的控制程序,基于存储于该存储装置中的方案数据来控制等离子体处理装置1的各部。通过由控制部MC进行的控制,能够在等离子体处理装置1中实施由方案数据指定的处理。通过由控制部MC进行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中实施各种实施方式的等离子体处理方法。

[0059] 以下,参照图2和图3,对一个例示的实施方式的等离子体处理方法进行说明。图2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。图3是表示图2所示的等离子体处理方法中的电源单元的输出电压的一例的时序图。以下,对图2所示的等离子体处理方法(以下称为“方法MT”)中的等离子体处理装置1的各部的动作进行说明。

[0060] 如图2所示,在方法MT的步骤STa中,开始由蚀刻气体生成等离子体。蚀刻气体是用于基片W的等离子体蚀刻的气体。在步骤STa中,控制部MC控制气体供给部来将蚀刻气体供给到腔室10内。在步骤STa中,控制部MC控制排气装置50来将腔室10内的压力设定为所指定的压力。在步骤STa中,控制部MC控制高频电源61来将高频电力供给到下部电极18(或者上部电极30)。

[0061] 方法MT包括步骤ST1、步骤ST2和步骤ST3。步骤ST1、步骤ST2和步骤ST3在步骤STa中已开始的由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中实施。步骤ST1的实施期间是第一期间P1。步骤ST2的实施期间是第二期间P2。步骤ST3的实施期间是第三期间P3。为了由蚀刻气体生成等离子体,可以在第一期间P1、第二期间P2和第三期间P3它们整个的期间连续地供给高频电力。

[0062] 步骤ST1在第一期间P1中实施。第一期间P1是在腔室10内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的期间。步骤ST1包括在第一期间P1中停止从电源单元64对下部电极18的施加直流电压的动作。为了实施步骤ST1,控制部MC控制电源单元64以使得在第一期间P1中停止对下部电极18输出直流电压。

[0063] 步骤ST2在第二期间P2中实施。第二期间P2是在腔室10内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的期间,是第一期间P1之后的期间。步骤ST2包括在第二期间P2中从电源单元64对下部电极18施加第一直流电压V1的动作。第一直流电压V1是正极性的直流电压。为

了实施步骤ST2,控制部MC控制电源单元64以使得在第二期间P2中对下部电极18施加第一直流电压V1。

[0064] 步骤ST3在第三期间P3中实施。第三期间P3是在腔室10内由蚀刻气体生成等离子体的生成过程中的期间,是第二期间P2之后的期间。步骤ST3包括在第三期间P3中从电源单元64对下部电极18施加第二直流电压V2的动作。第二直流电压V2是负极性的直流电压。在一个实施方式中,如图3所示,第一直流电压的绝对值 $|V1|$ 比第二直流电压的绝对值 $|V2|$ 小。当在基片W形成深的开口的情况下,可以将第二直流电压的绝对值 $|V2|$ 设定为3kV以上。在进行用于形成栅极(gate)的多晶硅的蚀刻的情况下,可以将第二直流电压的绝对值 $|V2|$ 设定为500V以下。在进行用于多晶硅的图案化的蚀刻的情况下,可以将第二直流电压的绝对值 $|V2|$ 设定为5V以上且300V以下。为了实施步骤ST3,控制部MC控制电源单元64以使得在第三期间P3中对下部电极18施加第二直流电压V2。

[0065] 电源单元64输出的直流电压从第二期间P2中的第一直流电压V1被连续地切换为第三期间P3中的第二直流电压V2。即,电源单元64停止输出第一直流电压V1的第二期间P2的终止时刻与电源单元64开始输出第二直流电压V2的第三期间P3的开始时刻是彼此相同的、连续的。

[0066] 在一个实施方式中,如图3所示,第三期间P3的时长T3为第一期间P1的时长T1与第二期间P2的时长T2之和以下。即,满足 $T3 \leq T1 + T2$ 。换言之,在由第一期间P1、第二期间P2和第三期间P3构成的期间中第三期间P3所占的比例(即,占空比)为50%以下。第三期间P3的时长T3例如为10 $\mu$ 秒以下。在一个实施方式中,如图3所示,第二期间P2的时长T2可以为第一期间P1的时长T1以下。

[0067] 在等离子体的生成过程中将正极性的直流电压施加到下部电极18时,从等离子体对基片W供给负离子和/或电子。其结果是,基片W的正电荷量在第二期间P2中减少。在等离子体的生成过程中将负极性的直流电压施加到下部电极18时,来自等离子体的正离子向基片W加速。其结果是,在第三期间P3中基片W以高的蚀刻速率被蚀刻。并且,电源单元64输出的直流电压从第二期间P2中的第一直流电压V1被连续地切换为第三期间P3中的第二直流电压V2,因此,能够进一步提高在第三期间P3中与基片碰撞的正离子的能量。因此,能够进一步提高蚀刻速率。

[0068] 在一个实施方式中,可以按照如下顺序反复实施步骤ST1、步骤ST2和步骤ST3。在该情况下,如图2所示,方法MT还包括步骤STb。在步骤STb中,能够判断是否满足停止条件。在步骤ST1、步骤ST2和步骤ST3的反复次数达到规定次数的情况下,满足停止条件。此外,步骤ST1、步骤ST2和步骤ST3的反复的频率,即 $(T1+T2+T3)$ 的倒数可以为10kHz以上400kHz以下。或者,该频率可以大于400kHz。

[0069] 可以为当在步骤STb中判断为不满足停止条件时,再次实施步骤ST1。另一方面,在步骤STb中,当判断为满足停止条件时,实施步骤STc。此外,也可以在对多个基片依次地实施了通过实施步骤STa和步骤ST1~步骤ST3而进行的等离子体蚀刻之后,实施步骤STc。

[0070] 在实施步骤STc的情况下,载置在支承台16上的物体从通过步骤ST1~步骤ST3处理后的基片W更换为仿真基片,该仿真基片由静电吸盘20保持。在该情况下,在仿真基片载置于支承台16上的状态下实施步骤STc和后述的步骤ST4~步骤ST6。此外,也可以在支承台16上没有载置物体的状态下实施步骤STc和步骤ST4~步骤ST6。在该情况下,在实施步骤

STc之前,将基片W从腔室10送出。或者,可以在通过步骤ST1~步骤ST3处理后的基片W载置于支承台16上的状态下实施步骤STc和步骤ST4~步骤ST6。

[0071] 在步骤STc中,开始由清洁气体生成等离子体。清洁气体是为了除去附着于腔室10的内壁面的沉积物而使用的气体。在步骤STc中,控制部MC控制气体供给部来对腔室10内供给清洁气体。在步骤STc中,控制部MC控制排气装置50来将腔室10内的压力设定为所指定的压力。在步骤STc中,控制部MC控制高频电源61来将高频电力供给到下部电极18(或者上部电极30)。

[0072] 方法MT还可以包括步骤ST4、步骤ST5和步骤ST6。步骤ST4、步骤ST5和步骤ST6在步骤STc中已开始的由清洁气体生成等离子体的生成过程中实施。步骤ST4的实施期间为第四期间P4。步骤ST5的实施期间为第五期间P5。步骤ST6的实施期间为第六期间P6。为了由清洁气体生成等离子体,可以在第四期间P4、第五期间P5和第六期间P6它们整个的期间连续地供给高频电力。

[0073] 步骤ST4在第四期间P4中实施。第四期间P4是在腔室10内由清洁气体生成等离子体的生成过程中的期间。步骤ST4包括在第四期间P4中从电源单元64对下部电极18施加第三直流电压V3的动作。第三直流电压V3为负极性的直流电压。控制部MC控制电源单元64以使得在第四期间P4中将第三直流电压V3施加到下部电极18。

[0074] 步骤ST5在第五期间P5中实施。第五期间P5是在腔室10内由清洁气体生成等离子体的生成过程中的期间,是第四期间P4之后的期间。步骤ST5包括在第五期间P5中停止从电源单元64对下部电极18施加直流电压的动作。为了实施步骤ST5,控制部MC控制电源单元64以使得在第五期间P5中停止对下部电极18输出直流电压。

[0075] 步骤ST6在第六期间P6中实施。第六期间P6是在腔室10内由清洁气体生成等离子体的生成过程中的期间,是第五期间P5之后的期间。步骤ST6包括在第六期间P6中从电源单元64对下部电极18施加第四直流电压V4的动作。第四直流电压V4是正极性的直流电压。为了实施步骤ST6,控制部MC控制电源单元64以使得在第六期间P6中对下部电极18施加第四直流电压V4。

[0076] 由于在第六期间P6中对下部电极18施加了第四直流电压V4即正极性的直流电压,因此离子从等离子体向腔室10的内壁面加速。其结果是,能够除去附着于腔室10的内壁面的沉积物。

[0077] 在一个实施方式中,如图3所示,第四直流电压的绝对值 $|V4|$ 比第三直流电压的绝对值 $|V3|$ 小。此外,第四直流电压V4也可以与第一直流电压V1相同。第四直流电压V4也可以为零。但是,在第四直流电压的绝对值 $|V4|$ 较大的情况下,等离子体的电势变高,能够向腔室10的内壁面供给具有高能量的离子。第三直流电压V3可以与第二直流电压V2相同。或者,第三直流电压的绝对值 $|V3|$ 可以满足条件: $|V2| > |V3| \geq 0$ 。在满足该条件的情况下,第三直流电压的绝对值 $|V3|$ 比较小。因此,当在支承台16上没有载置物体的状态下实施步骤STc和后续的步骤ST4~步骤ST6时,能够抑制静电吸盘20的损伤。

[0078] 如图3所示,第四期间P4的时长T4比第五期间P5的时长T5与第六期间P6的时长T6之和长。即,满足 $T4 > T5 + T6$ 。换言之,在由第四期间P4、第五期间P5和第六期间P6构成的期间中第四期间P4所占的比例(即占空比)大于50%。在一个实施方式中,第四期间P4的时长T4比第三期间P3的时长T3长。即,在一个实施方式中,满足 $T4 > T3$ 。在第四期间P4的时长T4比较

长的情况下,第四直流电压V4变大,在第六期间P6中等离子体的电势变高。因此,能够向腔室10的内壁面供给具有高能量的离子,能够提高腔室10的内壁面的清洁效率。在一个实施方式中,第六期间P6的时长T6比第二期间P2的时长T2长。即,在一个实施方式中满足 $T2 < T6$ 。在该实施方式中,施加第四直流电压V4的期间的时长变长。因此,第四直流电压V4作为矩形形状的电电压被施加,能够充分地发挥腔室10的内壁面的清洁效果。

[0079] 在一个实施方式中,可以按照如下顺序反复实施步骤ST4、步骤ST5和步骤ST6。在该情况下,如图2所示,方法MT还包括步骤STd。在步骤STd中判断是否满足停止条件。在步骤ST4、步骤ST5和步骤ST6的反复次数达到规定次数的情况下,满足停止条件。此外,步骤ST4、步骤ST5和步骤ST6的反复的频率,即 $(T4+T5+T6)$ 的倒数可以为10kHz以上400kHz以下。或者,该频率也可以大于400kHz。另外, $(T4+T5+T6)$ 可以与 $(T1+T2+T3)$ 相等。

[0080] 当在步骤STd中判断为不满足停止条件时,再次实施步骤ST4。另一方面,在步骤STd中,当判断为满足了停止条件时,方法MT结束。

[0081] 以上,对各种例示的实施方式进行了说明,但并不限定于上述的例示的实施方式,可以进行各种各样的省略、置换和改变。另外,也能够将不同的实施方式中的要素组合来形成其它的实施方式。

[0082] 例如,等离子体处理装置1为电容耦合型的等离子体处理装置,但是其它的实施方式的等离子体处理装置也可以是电感耦合型的等离子体处理装置这样的其它类型的等离子体处理装置。另外,也可以使用等离子体处理装置1以外的任意类型的等离子体处理装置,例如电感耦合型的等离子体处理装置来实施方法MT。

[0083] 依照以上的说明,以说明为目的在本说明书中说明了本发明的各种实施方式,但应当理解只要不脱离本发明的范围和主旨就能够进行各种改变。因此,本说明书中所公开的各种实施方式并不是限定性的内容,实际的范围和主旨由所述的权利要求的范围给出。

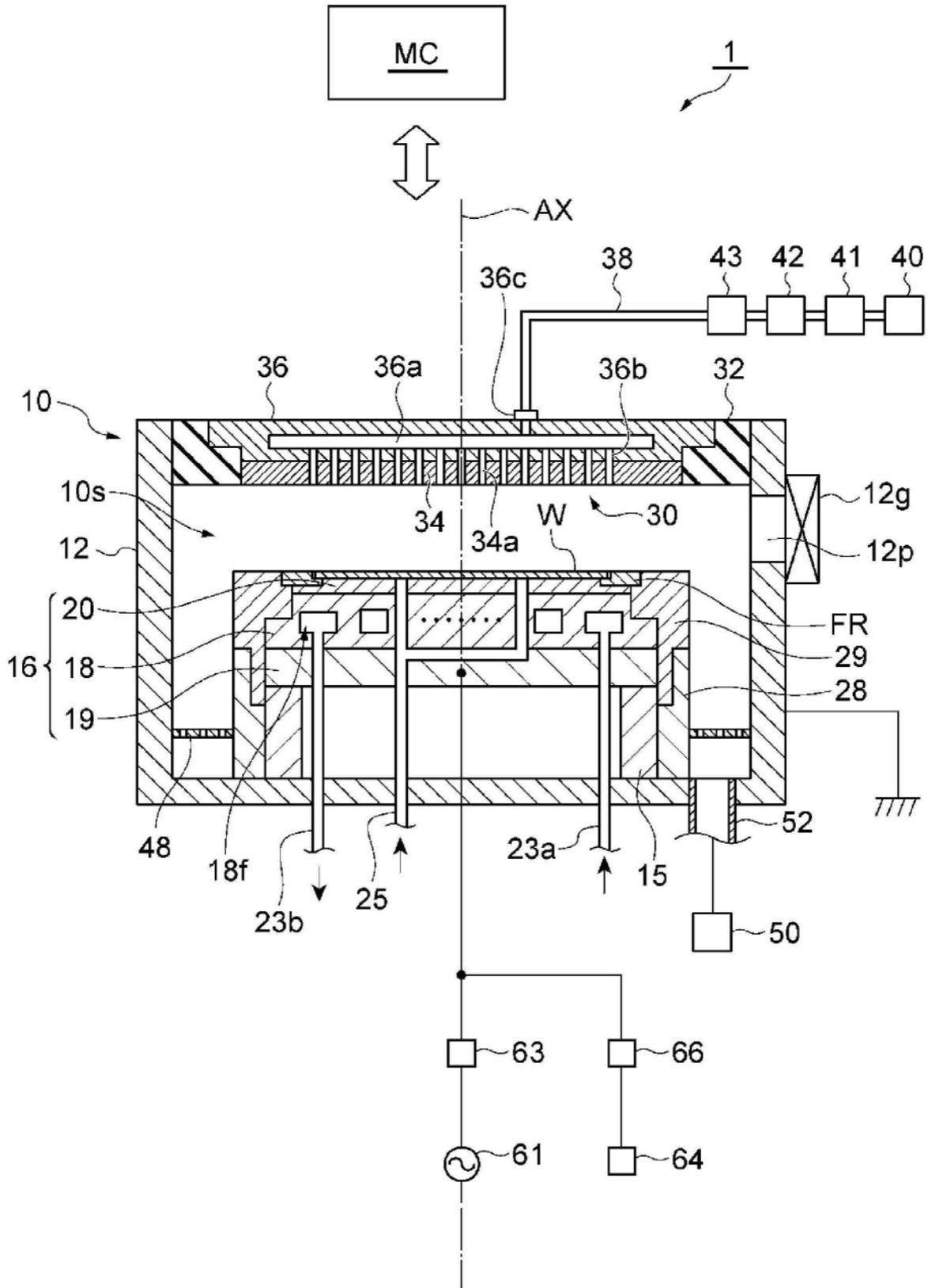


图1

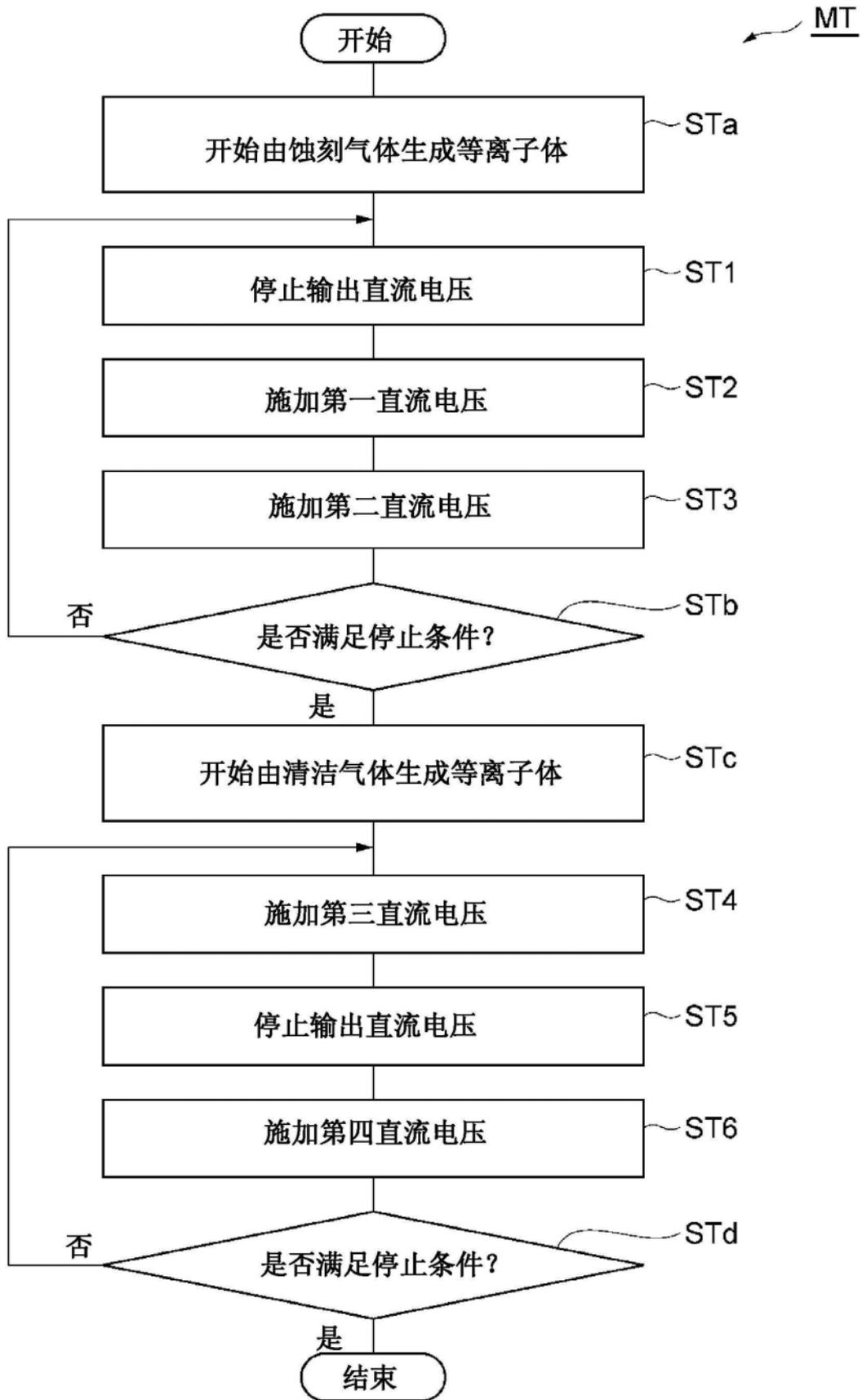


图2

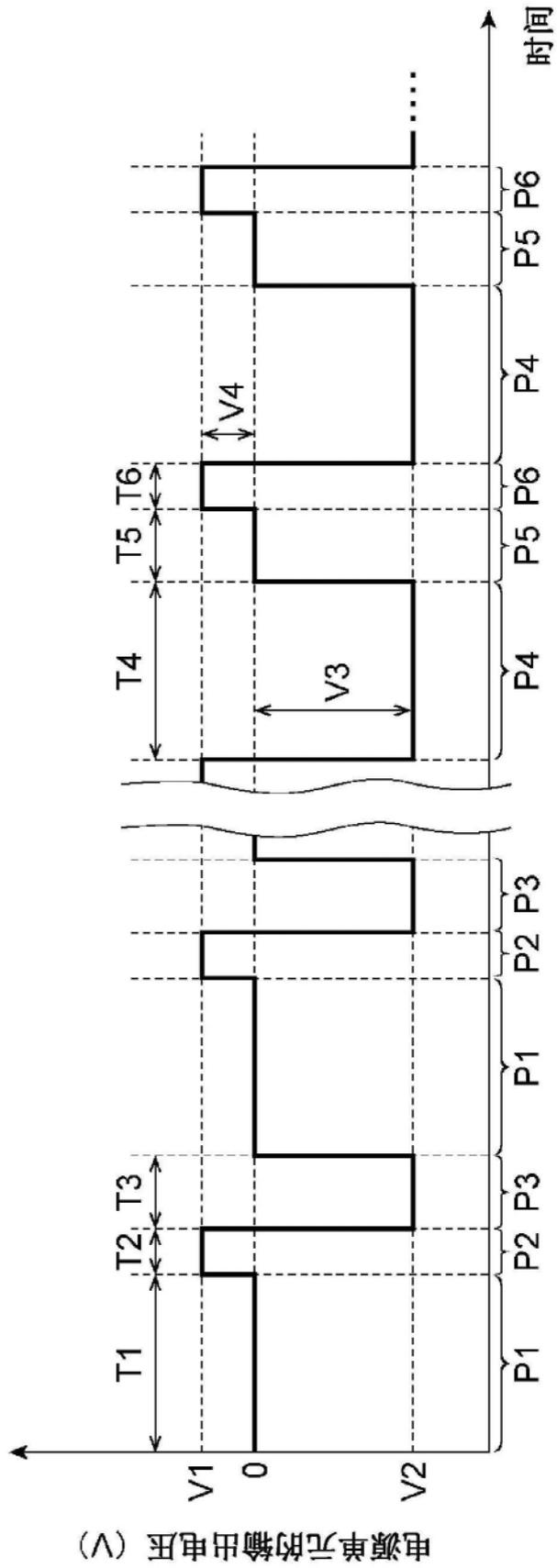


图3