



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111048389 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 20

(21) 申请号 201910958296.0

(22) 申请日 2019.10.10

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111048389 A

(43) 申请公布日 2020.04.21

(30) 优先权数据  
2018-193752 2018.10.12 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 道菅隆 久保田绅治

(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 37/32 (2006.01)

H01L 21/263 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2018047573 A1, 2018.02.15

审查员 李祥

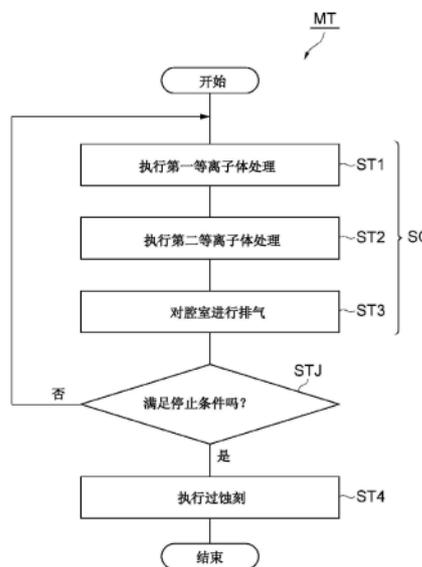
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(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

本发明提供等离子体处理方法和等离子体处理装置。在一个例示的实施方式的等离子体处理方法中,包括在第一期间中在腔室内执行第一等离子体处理的步骤和在第二期间中在腔室内执行第二等离子体处理的步骤的处理顺序被多次进行,在第二期间内第一高频功率被供给到晶片支承台的下部电极,在第一期间内停止对下部电极供给第一高频功率,在第二期间内的第一高频功率的各周期内作为脉冲状的高频功率供给等离子体生成用的第二高频功率,第二高频功率具有比第一高频功率的频率高的频率。本发明能够设定蚀刻中使用的离子的能量。



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使用具有第一频率的第一高频功率和具有比所述第一频率高的第二频率的第二高频功率,对腔室中配置于基片支承台上的基片进行处理,所述基片支承台包含下部电极,

所述等离子体处理方法包括:

步骤a,在第一期间中执行第一等离子体处理,其中,所述第一等离子体处理包含不供给所述第一高频功率而连续地或脉冲状地供给所述第二高频功率的处理;

步骤b,在所述第一期间之后的或接着该第一期间的第二期间中,执行第二等离子体处理,其中,所述第二期间具有多个周期,该多个周期中的每个周期包含第一电压输出期间和不同于所述第一电压输出期间的第二电压输出期间;和

步骤c,反复执行所述步骤a和所述步骤b,

所述第二等离子体处理包括:

在所述多个周期的每个周期中对所述下部电极供给所述第一高频功率的处理;

在所述第一电压输出期间供给所述第二高频功率的处理;和

在整个所述第二电压输出期间停止供给所述第二高频功率的处理。

2. 如权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第一高频功率在所述第一电压输出期间具有负电位。

3. 如权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第一高频功率在所述第一电压输出期间具有正电位。

4. 如权利要求1~3中的任一项所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第二高频功率在所述第二期间内脉冲状地被供给,所述第二高频功率在所述第一期间和所述第二期间内以相同的周期脉冲状地被供给。

5. 如权利要求1~3中的任一项所述的等离子体处理方法,其特征在于:

还包括步骤d,在所述步骤a和所述步骤b之后,在停止供给所述第一高频功率和所述第二高频功率,对所述腔室进行排气,

所述步骤c包括反复执行所述步骤a、所述步骤b和所述步骤d的处理。

6. 如权利要求1~3中的任一项所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第一等离子体处理中使用的处理气体与所述第二等离子体处理中使用的处理气体相同。

7. 如权利要求1~3中的任一项所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述第一等离子体处理中使用的处理气体与所述第二等离子体处理中使用的处理气体彼此不同。

8. 一种等离子体处理装置,其特征在于,包括:

腔室;

包含下部电极的设置于所述腔室内的基片支承台;

第一高频电源部,其构成为能够对所述下部电极供给具有第一频率的第一高频功率;

第二高频电源部,其构成为能够供给具有比第一频率高的第二频率的第二高频功率以在所述腔室中生成等离子体;和

控制部,其构成为能够控制所述第一高频电源部和所述第二高频电源部,以执行如下

步骤:

步骤a,在第一期间中执行第一等离子体处理;

步骤b,在所述第一期间之后的或接着该第一期间的第二期间中,执行第二等离子体处理;和

步骤c,反复执行所述步骤a和所述步骤b,

所述第一等离子体处理包含不供给所述第一高频功率而连续地或脉冲状地供给所述第二高频功率的处理,

所述第二期间具有多个周期,该多个周期中的每个周期包含第一电压输出期间和不同于所述第一电压输出期间的第二电压输出期间,

所述第二等离子体处理包括:

在所述多个周期的每个周期中对所述下部电极供给所述第一高频功率的处理;

在所述第一电压输出期间供给所述第二高频功率的处理;和

在整个所述第二电压输出期间停止供给所述第二高频功率的处理。

## 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] 在电子器件的制造中,使用等离子体处理装置进行等离子体处理。等离子体处理装置包括腔室和基片支承台。基片支承台包括下部电极,设置于腔室内。在等离子体处理中,为了激励腔室内的气体而供给高频功率,由该气体生成等离子体。

[0003] 在执行等离子体处理的期间,能够对下部电极供给其它高频功率。其它高频功率具有比等离子体生成用的高频功率的频率低的频率。即,其它高频功率为偏置高频功率。一般而言,偏置高频功率用于调节撞击到设置于基片支承台上的基片的离子的能量。在对下部电极供给具有高水平的偏置高频功率的情况下,撞击到基片的离子的能量高。另一方面,在对下部电极供给具有低水平的偏置高频功率的情况下,撞击到基片的离子的能量低。

[0004] 在专利文献1中记载了关于用于蚀刻硅氮化膜的等离子体处理。在记载于专利文献1的技术中,在蚀刻硅氮化膜的期间将偏置高频功率的功率水平设定为高水平。此外,在记载于专利文献1的技术中,在由于蚀刻硅氮化膜而形成了硅氮化膜与硅氧化膜一起露出的状态的情况下,偏置高频功率的功率水平在高水平与低水平之间交替地切换。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平6-267895号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的技术问题

[0009] 作为等离子体处理,考虑进行基片上形成沉积物的等离子体处理,然后进行蚀刻基片的膜的等离子体处理。在该等离子体处理中,要求设定蚀刻中使用的离子的能量。

[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,提供一种等离子体处理方法。等离子体处理方法包括:在第一期间中在腔室内执行第一等离子体处理的步骤;和在第二期间中在腔室内执行第二等离子体处理的步骤。第二期间是第一期间之后的期间或接着第一期间的期间。在设置于腔室内的基片支承台上载置有基片的状态下,进行执行第一等离子体处理的步骤和执行第二等离子体处理的步骤。在该等离子体处理方法中,进行多次包含执行第一等离子体处理的步骤和执行第二等离子体处理的步骤的处理顺序。在第二期间内,第一高频功率被供给到基片支承台的下部电极。第一高频功率具有第一频率。在第一期间内,停止对下部电极供给第一高频功率。在第二期间内的第一高频功率的各周期内,作为脉冲状的高频功率供给等离子体生成用的第二高频功率。第二高频功率具有比第一频率高的第二频率。第二高频功率在第一期间内连续地被供给或者作为脉冲状的高频功率被供给。

[0012] 发明效果

[0013] 依照一个例示的实施方式,能够设定蚀刻中使用的离子的能量。

### 附图说明

[0014] 图1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。

[0015] 图2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。

[0016] 图3的(a)是能够应用图1所示的方法MT的一个例子的基片的局部截面图,图3的(b)是执行了方法MT的步骤ST1后的状态的一个例子的基片的局部截面图,图3的(c)是执行了方法MT的处理顺序SQ后的状态的一个例子的基片的局部截面图,图3的(d)是执行了方法MT的步骤ST4后的状态的一个例子的基片的局部截面图。

[0017] 图4是关于图1所示的等离子体处理方法的一个例子的时序图。

[0018] 图5是关于图1所示的等离子体处理方法的另一个例子的时序图。

[0019] 图6是关于图1所示的等离子体处理方法的又一个例子的时序图。

[0020] 图7是关于图1所示的等离子体处理方法的又一个例子的时序图。

[0021] 图8的(a)是能够应用图1所示的方法MT的另一个例子的基片的局部截面图,图8的(b)是执行了方法MT的步骤ST1后的状态的另一个例子的基片的局部截面图,图8的(c)是执行了方法MT的处理顺序SQ后的状态的另一个例子的基片的局部截面图,图8的(d)是执行了方法MT的步骤ST4后的状态的另一个例子的基片的局部截面图。

[0022] 图9是关于图1所示的等离子体处理方法的又一个例子的时序图。

[0023] 附图标记说明

[0024] 1 等离子体处理装置

[0025] 10 腔室

[0026] 14 支承台

[0027] 18 下部电极

[0028] LF 第一高频功率

[0029] HF 第二高频功率

[0030] MT 方法

[0031] SQ 处理顺序

[0032]  $P_1$  第一期间

[0033]  $P_2$  第二期间

[0034]  $P_{LF}$  周期

### 具体实施方式

[0035] 以下,对各种例示的实施方式进行说明。

[0036] 在一个例示的实施方式中,提供一种等离子体处理方法。等离子体处理方法包括:在第一期间中在腔室内执行第一等离子体处理的步骤;和在第二期间中在腔室内执行第二等离子体处理的步骤。第二期间是第一期间之后的期间或接着第一期间的期间。在设置于腔室内的基片支承台上载置有基片的状态下,进行执行第一等离子体处理的步骤和执行第二等离子体处理的步骤。在该等离子体处理方法中,进行多次包含执行第一等离子体处理的步骤和执行第二等离子体处理的步骤的处理顺序。在第二期间内,第一高频功率被供给

到基片支承台的下部电极。第一高频功率具有第一频率。在第一期间内,停止对下部电极供给第一高频功率。在第二期间内的第一高频功率的各周期内,作为脉冲状的高频功率供给等离子体生成用的第二高频功率。第二高频功率具有比第一频率高的第二频率。第二高频功率在第一期间内连续地被供给或者作为脉冲状的高频功率被供给。

[0037] 在上述例示的实施方式中,在第一期间中,不对下部电极供给第一高频功率即偏置高频功率,因此在腔室内生成的化学种沉积在载置于基片支承台上的基片上。在第二期间中,第一高频功率被供给到下部电极,因此利用在腔室内生成的离子来蚀刻基片的膜。此外,通过在第二期间内的第一高频功率的各周期内设定作为脉冲状的高频功率供给等离子体生成用的第二高频功率的期间,能够设定蚀刻中使用的离子的能量。

[0038] 在一个例示的实施方式中,也可以为在第二期间内的第一高频功率的各周期内在从第一高频电源部输出的第一高频功率具有负电位的期间内,作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率。在本实施方式中,能够将蚀刻膜时的离子的能量设定为比较高的能量。

[0039] 在一个例示的实施方式中,在第二期间内的第一高频功率的各周期内在从第一高频电源部输出的第一高频功率具有正电位的期间内,作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率。在本实施方式中,能够将蚀刻膜时的离子的能量设定为比较低的能量。

[0040] 在一个例示的实施方式中,也可以为以与在第二期间内供给脉冲状的高频功率的周期相同的周期,在第一期间内作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率。

[0041] 在一个例示的实施方式中,等离子体处理方法还包括在停止供给第一高频功率和第二高频功率的状态下对腔室进行排气的步骤。可以为对腔室进行排气的步骤是在处理顺序内进行了执行第二等离子体处理的步骤之后,执行的。

[0042] 在一个例示的实施方式中,也可以为第一等离子体处理中使用的处理气体与第二等离子体处理中使用的处理气体相同。在一个例示的实施方式中,也可以为第一等离子体处理中使用的处理气体与第二等离子体处理中使用的处理气体彼此不同。

[0043] 在另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、基片支承台、第一高频电源部、第二高频电源部和控制部。基片支承台包含下部电极,设置于腔室内。第一高频电源部构成为能够对下部电极供给具有第一频率的第一高频功率。第二高频电源部构成为能够供给具有比第一频率高的第二频率的第二高频功率以生成等离子体。控制部构成为能够控制第一高频电源部和第二高频电源部。控制部反复地执行控制顺序。控制顺序包括第一控制和第二控制。为了在第一期间中在腔室内执行第一等离子体处理而执行第一控制。为了在第二期间中在腔室内执行第二等离子体处理而执行第二控制。第二期间是第一期间之后的期间或接着第一期间的期间。第一控制包括控制第一高频电源部,以在第一期间中停止对下部电极供给第一高频功率的控制步骤。第一控制还包括控制第二高频电源部,以在第一期间内连续地供给第二高频功率或者作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率的控制步骤。第二控制包括控制第一高频电源部,以在第二期间中将第一高频功率供给到下部电极的控制步骤。第二控制还包括控制第二高频电源部,以在第二期间内的第一高频功率的各周期内作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率的控制步骤。

[0044] 以下,参照附图,对各种例示的实施方式进行详细说明。另外,对各附图中相同或相当的部分标注相同的附图标记。

[0045] 图1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1所示的等离子体处理方法(以下,称为“方法MT”)使用等离子体处理装置来执行。图2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。在执行本发明的各种实施方式的等离子体处理方法的期间,能够使用图2所示的等离子体处理装置。

[0046] 图2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包括腔室10。腔室10在其内部提供内部空间10s。

[0047] 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位于腔室主体12的内侧。腔室主体12例如由铝形成。在腔室主体12的内壁面上设置有具有耐腐蚀性的膜。具有耐腐蚀性的膜可以为由氧化铝、氧化钇之类的陶瓷形成的膜。

[0048] 在腔室主体12的侧壁形成有通路12p。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。通路12p能够用闸阀12g来开闭。闸阀12g沿腔室主体12的侧壁设置。

[0049] 在腔室主体12的底部上设置有支承部13。支承部13由绝缘材料形成。支承部13具有大致圆筒形状。支承部13在内部空间10s中从腔室主体12的底部向上方延伸。支承部13支承着基片支承台即支承台14。支承台14设置于内部空间10s中。支承台14构成为能够在腔室10内即内部空间10s中支承基片W。

[0050] 支承台14具有下部电极18和静电吸盘20。支承台14还可以具有电极板16。电极板16例如由铝之类的导体形成,具有大致圆盘形状。下部电极18设置于电极板16上。下部电极18例如由铝之类的导体形成,具有大致圆盘形状。下部电极18与电极板16电连接。

[0051] 静电吸盘20设置于下部电极18上。能够在静电吸盘20的上表面上载置基片W。静电吸盘20具有主体和电极。静电吸盘20的主体具有大致圆盘形状,由电介质形成。静电吸盘20的电极是膜状的电极,设置于静电吸盘20的主体内。静电吸盘20的电极经由开关20s与直流电源20p连接。当对静电吸盘20的电极施加来自直流电源20p的电压时,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,基片W被吸附到静电吸盘20,由静电吸盘20保持。

[0052] 在下部电极18的周缘部上,以包围基片W的边缘的方式配置聚焦环FR。聚焦环FR是为了提高对基片W的等离子体处理的面内均匀性而设置的。聚焦环FR并没有限定,可以由硅、碳化硅或石英形成。

[0053] 在下部电极18的内部设置有流路18f。从设置于腔室10的外部的冷却单元22经由配管22a对流路18f供给热交换介质(例如制冷剂)。供给到流路18f的热交换介质经由配管22b返回到冷却单元22。在等离子体处理装置1中,载置于静电吸盘20上的基片W的温度能够通过热交换介质与下部电极18的热交换来调节。

[0054] 在等离子体处理装置1设置有气体供给管线24。气体供给管线24将来自导热气体供给机构的导热气体(例如He气体)供给至静电吸盘20的上表面与基片W的背面之间。

[0055] 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14的上方。上部电极30经由部件32支承于腔室主体12的上部。部件32由具有绝缘性的材料形成。上部电极30和部件32将腔室主体12的上部开口封闭。

[0056] 上部电极30可以包括顶板34和支承体36。顶板34的下表面是内部空间10s侧的下表面,形成内部空间10s。顶板34可以由焦耳热少的低电阻的导体或半导体形成。在顶板

34形成有多个气体排出孔34a。多个气体排出孔34a在板厚方向上贯通顶板34。

[0057] 支承体36可拆装地支承顶板34。支承体36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。在支承体36形成有多个气体孔36b。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形成有气体导入口36c。气体导入口36c与气体扩散室36a连接。在气体导入口36c连接有气体供给管38。

[0058] 等离子体处理装置1还包括气体供给部GS。气体供给部GS包括气体源组40、阀组41、流量控制器组42和阀组43。气体源组40经由阀组41、流量控制器组42和阀组43与气体供给管38连接。气体源组40包括多个气体源。多个气体源包括分别在各种实施方式中使用的多种气体的供给源。阀组41和阀组43分别包括多个开关阀。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是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阀组41的对应的开关阀、流量控制器组42的对应的流量控制器和阀组43的对应的开关阀与气体供给管38连接。

[0059] 在等离子体处理装置1中,沿腔室主体12的内壁面可拆装地设置有屏蔽件46。屏蔽件46在支承部13的外周也有设置。屏蔽件46防止在腔室主体12附着蚀刻副生物。屏蔽件46例如通过在由铝形成的部件的表面形成具有耐腐蚀性的膜而构成。具有耐腐蚀性的膜可以为由氧化钇这样的陶瓷形成的膜。

[0060] 在支承部13与腔室主体12的侧壁之间设置有挡板48。挡板48例如通过在由铝形成的部件的表面形成具有耐腐蚀性的膜而构成。具有耐腐蚀性的膜可以为由氧化钇之类的陶瓷形成的膜。在挡板48形成有多个贯通孔。在挡板48的下方且腔室主体12的底部设置有排气口12e。在排气口12e经由排气管52连接着排气装置50。排气装置50具有压力调节阀和涡轮分子泵之类的真空泵。

[0061] 等离子体处理装置1还能够还包括发光分析器54。发光分析器54设置于腔室10的外侧。发光分析器54利用形成于腔室10的光学透明的窗部件接受来自等离子体的光。发光分析器54获取等离子体的一个以上的波长的发光强度。后述的控制部80能够基于由发光分析器54获取的发光强度使步骤结束。

[0062] 等离子体处理装置1还包括第一高频电源部61。第一高频电源部61构成为能够输出第一高频功率LF。第一高频功率LF主要具有适合于将离子引入到基片W的频率。作为第一高频功率LF的基本频率的第一频率例如是50kHz ~ 13.56MHz的范围内的频率。

[0063] 第一高频电源部61经由匹配器63与下部电极18电连接。匹配器63具有匹配电路。匹配器63的匹配电路构成为能够使第一高频电源部61的负载侧(下部电极侧)的阻抗与第一高频电源部61的输出阻抗匹配。在一个实施方式中,等离子体处理装置1还可以包括定向耦合器65。定向耦合器65设置于第一高频电源部61与匹配器63之间。

[0064] 等离子体处理装置1还包括第二高频电源部62。第二高频电源部62构成为为了在腔室10内用气体生成等离子体而能够输出第二高频功率HF。作为第二高频功率HF的基本频率的第二频率高于第一频率。第二频率例如是27MHz ~ 300MHz的范围内的频率。

[0065] 第二高频电源部62经由匹配器64与下部电极18电连接。匹配器64具有匹配电路。匹配器64的匹配电路构成为能够使第二高频电源部62的负载侧(下部电极侧)的阻抗与第二高频电源部62的输出阻抗匹配。等离子体处理装置1还可以包括定向耦合器66。定向耦合

器66设置于第二高频电源部62与匹配器64之间。在另一实施方式中,第二高频电源部62也可以经由匹配器64与上部电极30电连接。

[0066] 等离子体处理装置1还可以包括控制部80。控制部80可以为具有处理器、存储器之类的存储部、输入装置、显示装置、信号的输入/输出界面等的计算机。控制部80控制等离子体处理装置1的各部。关于控制部80,操作人员为了管理等离子体处理装置1而能够使用输入装置进行命令的输入操作等。此外,在控制部80,能够用显示装置可视化地显示等离子体处理装置1的运作状况。而且,在控制部80的存储部保存有控制程序和方案数据。为了在等离子体处理装置1中执行各种处理,由控制部80的处理器执行控制程序。控制部80的处理器通过执行控制程序,按照方案数据控制等离子体处理装置1的各部,以在等离子体处理装置1中执行各种实施方式的各个等离子体处理方法。

[0067] 第一高频电源部61构成为能够在被控制部80指定的期间中停止输出第一高频功率LF。第一高频电源部61还构成为能够在被控制部80指定的其它期间中连续地输出第一高频功率LF(连续的高频功率)。

[0068] 在一个实施方式中,第一高频电源部61具有信号发生器61g和放大器61a。信号发生器61g构成为能够生成第一高频信号。第一高频信号具有第一频率。信号发生器61g构成为能够在被控制部80指定的期间中停止输出第一高频信号。信号发生器61g构成为能够在被控制部80指定的其它期间中连续地输出第一高频信号。信号发生器61g接收来自同步信号发生器60s的同步信号SS。同步信号SS包含同步脉冲。同步脉冲在由第一频率规定的周期被输出。信号发生器61g以与同步信号SS中包含的同步脉冲同步的方式生成第一高频信号。放大器61a的输入与信号发生器61g的输出连接。放大器61a将第一高频信号放大以生成第一高频功率LF。

[0069] 第二高频电源部62构成为能够根据来自控制部80的控制信号和来自同步信号发生器60s的同步信号SS,在第一高频功率LF的各周期内连续地输出第二高频功率HF。此外,第二高频电源部62构成为能够根据来自控制部80的控制信号和来自同步信号发生器60s的同步信号SS,在第一高频功率LF的各周期内作为脉冲状的高频功率输出第二高频功率HF。第一高频功率LF的各周期由来自同步信号发生器60s的同步信号SS确定。脉冲状的高频功率是在某个期间内的特定的期间内其功率水平增加了的高频功率。例如,脉冲状的高频功率的功率水平在某个期间内的特定的期间内大于零,在该特定的期间的前后的期间内为零。第一高频功率LF的各周期内将第二高频功率HF作为脉冲状的高频功率输出的期间,来自控制部80的控制信号指定。

[0070] 在一个实施方式中,第二高频电源部62具有信号发生器62g和放大器62a。信号发生器62g构成为能够生成第二高频信号。第二高频信号具有第二频率。信号发生器62g构成为能够接收来自同步信号发生器60s的同步信号SS。信号发生器62g在根据控制部80的控制信号将第二高频功率HF作为连续波输出的情况下,将第二高频信号作为连续波输出。信号发生器62g在根据来自控制部80的控制信号作为脉冲状的高频功率输出第二高频功率HF的情况下,输出第二高频信号作为脉冲状的高频信号。信号发生器62g以由同步脉冲确定的时刻为基准在被控制部80指定的时段输出第二高频信号。放大器62a的输入与信号发生器62g的输出连接。放大器62a将来自信号发生器62g的高频信号放大以生成第二高频功率HF。

[0071] 上述的同步信号发生器60s、信号发生器61g和信号发生器62g也可以由一个信号

发生源(signal generator)60提供。信号发生源60还可以包括控制部60c。控制部60c构成能够根据来自控制部80的控制信号来控制同步信号发生器60s、信号发生器61g和信号发生器62g。

[0072] 以下,以使用等离子体处理装置1的情况为例,详细说明各种实施方式的等离子体处理方法。在以下的说明中,在参照图1以及图3的(a)、图3的(b)、图3的(c)、图3的(d)、图4、图5、图6和图7。图3的(a)是能够应用图1所示的方法MT的一个例子的基片的局部截面图。图3的(b)是执行了方法MT的步骤ST1后的状态的一个例子的基片的局部截面图,图3的(c)是执行了方法MT的处理顺序SQ后的状态的一个例子的基片的局部截面图,图3的(d)是执行了方法MT的步骤ST4后的状态的一个例子的基片的局部截面图。图4、图5、图6和图7分别是关于图1所示的等离子体处理方法的一个例子的时序图。在图4、图5、图6和图7各自所示的时序图中,横轴表示时间。在图4、图5、图6和图7各自所示的时序图中,纵轴表示同步信号SS、第一高频功率LF和第二高频功率HF。

[0073] 如图3的(a)所示,能够应用方法MT的一个例子的基片W具有基底区域URA、膜FA1、膜FA2和掩模MKA。基底区域URA例如由硅形成。膜FA2设置于基底区域URA上。基底区域URA例如由氧化硅形成。膜FA1设置于膜FA2上。膜FA1例如是含有硅的防反射膜。掩模MKA设置于膜FA1上。掩模MKA例如是光致抗蚀剂掩模。对掩模MKA进行了图案绘制以使膜FA1局部露出。即,掩模MKA形成有开口。

[0074] 方法MT包括步骤ST1和步骤ST2。在基片W配置于腔室10内的状态下执行步骤ST1和步骤ST2。在腔室10内,基片W载置在支承台14上。在第一期间 $P_1$ 中执行步骤ST1。第一期间 $P_1$ 的时间长度可以为第一高频功率LF的一个周期的时间长度的m倍。m为1以上的整数。在步骤ST1中,在腔室10内执行第一等离子体处理。在第二期间 $P_2$ 中执行步骤ST2。第二期间 $P_2$ 是第一期间 $P_1$ 之后的期间或接着第一期间 $P_1$ 的期间。在步骤ST2中,在腔室10内执行第二等离子体处理。第二期间 $P_2$ 的时间长度可以为第一高频功率LF的一个周期的时间长度的n倍。n为1以上的整数。

[0075] 为了执行方法MT,控制部80反复执行包含第一控制和第二控制的控制顺序。第一控制是用于执行步骤ST1的控制。第二控制是用于执行步骤ST2的控制。

[0076] 在步骤ST1中,对腔室10内供给处理气体。步骤ST1中使用的处理气体(以下,有时称为“第一处理气体”)没有限定,可以包括 $C_4F_8$ 气体之类的碳氟化合物气体。也可以为第一处理气体还包含 $O_2$ 气体之类的含氧气体和/或氩气之类的稀有气体。

[0077] 在另一个例子中,也可以为第一处理气体包含氢氟碳化合物和碳氟化合物。氢氟碳化合物例如为 $CH_3F$ 气体。碳氟化合物例如为 $C_4F_8$ 气体。也可以为第一处理气体还包含氩气体之类的稀有气体。

[0078] 在步骤ST1中,为了供给第一处理气体,用控制部80控制气体供给部GS。在步骤ST1中,用控制部80控制排气装置50,以将腔室10内的压力设定为所指定的压力。腔室10内的压力例如被设定为几mTorr~1000mTorr的范围内的压力。

[0079] 在执行步骤ST1的第一期间 $P_1$ 中,停止向下部电极18供给第一高频功率LF。在执行步骤ST1的第一期间 $P_1$ 中,用控制部80控制第一高频电源部61,以停止向下部电极18供给第一高频功率LF。

[0080] 在图4所示的例子和图5所示的例子中,在执行步骤ST1的第一期间 $P_1$ 中,将第二高

高频功率HF作为脉冲状的高频功率供给至下部电极18(或上部电极30)。在一个实施方式中,能够以与在第二期间 $P_2$ 内作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF的周期相同的周期,在第一期间 $P_1$ 中作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF。在图6所示的例子和图7所示的例子中,在执行步骤ST1的第一期间 $P_1$ 中,将第二高频功率HF连续地供给至下部电极18(或上部电极30)。用控制部80控制第二高频电源部62,以在第一期间 $P_1$ 中供给第二高频功率HF。

[0081] 在步骤ST2中,对腔室10内供给处理气体(以下,有时称为“第二处理气体”)。可以为第二处理气体包含 $C_4F_8$ 气体之类的碳氟化合物。也可以为第二处理气体还包含 $O_2$ 气体之类的含氧气体和/或氩气之类的稀有气体。即,第二处理气体可以与第一处理气体相同,也可以与第一处理气体不同。

[0082] 在步骤ST2中,用控制部80控制气体供给部GS以供给处理气体。在步骤ST2中,用控制部80控制排气装置50,以将腔室10内的压力设定为所指定的压力。腔室10内的压力例如被设定为几mTorr~1000mTorr的范围内的压力。

[0083] 在执行步骤ST2的第二期间 $P_2$ 中,将第一高频功率LF连续地供给至下部电极18。在执行步骤ST2的第二期间 $P_2$ 中,用控制部80控制第一高频电源部61,以将第一高频功率LF连续地供给到下部电极18。

[0084] 在图4~图7各自所示的例子中,在第二期间 $P_2$ 内的第一高频功率LF的各周期 $P_{LF}$ 内,将第二高频功率HF作为脉冲状的高频功率供给至下部电极18(或上部电极30)。用控制部80控制第二高频电源部62,以在第二期间 $P_2$ 中供给第二高频功率HF。

[0085] 作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF的期间是第二期间 $P_2$ 内的各周期 $P_{LF}$ 内的部分期间。作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF的部分期间能够被任意地设定。各周期 $P_{LF}$ 包括负电压输出期间 $P_N$ 和正电压输出期间 $P_P$ 。负电压输出期间 $P_N$ 是从第一高频电源部61输出的第一高频功率LF具有负电位的期间。正电压输出期间 $P_P$ 是从第一高频电源部61输出的第一高频功率LF具有正的电位的期间。在图4~图7各自所示的例子中,在第二期间 $P_2$ 内的各周期 $P_{LF}$ 内的负电压输出期间 $P_N$ ,作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF。

[0086] 第二高频电源部62构成为能够在根据同步信号SS确定的各周期 $P_{LF}$ 中被控制部80指定的时段供给脉冲状的高频功率。因此,能够以相对于第一高频功率LF的周期相对而言相同的相位作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF。

[0087] 在步骤ST1中,在腔室10内由第一处理气体形成等离子体。在步骤ST1中,没有对下部电极18供给第一高频功率LF。因此,如图3的(b)所示,在腔室10内由第一处理气体生成的化学种在基片W上沉积而形成沉积物DPA。

[0088] 在步骤ST2中,第一高频功率LF被供给到下部电极18,因此利用在腔室10内由第二处理气体生成的离子来蚀刻基片W的膜(膜FA1和膜FA2)。此外,在步骤ST2中,在各周期 $P_{LF}$ 内作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF。通过设定在各周期 $P_{LF}$ 内作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF的期间,能够设定蚀刻中使用的离子的能量。

[0089] 在图4~图7各自所示的例子中,如上所述,在第二期间 $P_2$ 内的各周期 $P_{LF}$ 内的负电压输出期间 $P_N$ ,作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF。因此,支承台14上的基片的 $V_{pp}$ (电压的峰值)变高,从等离子体去向基片W的离子的能量变得比较高。因此,能够高速地

蚀刻基片W的膜。

[0090] 在步骤STJ中,判断是否满足停止条件。即,在步骤STJ中,判断是否使包括步骤ST1和步骤ST2的处理顺序SQ停止。例如在判断为由发光分析器54获取的C0的发光强度为规定值以下的情况下,满足停止条件。或者,在处理顺序SQ的执行次数达到了规定次数的情况下,满足停止条件。当判断为在步骤STJ中没有满足停止条件时,再次执行处理顺序SQ。另一方面,当判断为在步骤STJ中满足了停止条件时,结束执行处理顺序SQ。通过这样反复执行处理顺序SQ,能够蚀刻膜FA1和膜FA2。其结果是,如图3的(c)所示,在膜FA1和膜FA2形成与掩模MKA的开口连续的开口,露出基底区域URA。

[0091] 在一个实施方式中,也可以为方法MT还包括步骤ST3。在处理顺序SQ中,在步骤ST2之后执行步骤ST3。即,如图5和图7所示,在第二期间 $P_2$ 之后的第三期间 $P_3$ 中执行步骤ST3。在步骤ST3中,在停止供给第一高频功率LF和第二高频功率HF的状态下进行腔室10的排气。在步骤ST3中,控制部80控制第一高频电源部61和第二高频电源部62以停止供给第一高频功率LF和第二高频功率HF,控制排气装置50以进行腔室10的排气。在处理顺序SQ中,当在步骤ST2之后执行步骤ST3时,能够促进在步骤ST2生成的反应生成物的排气。其结果是,能够抑制反应生成物附着在基片W的侧壁面。

[0092] 在一个实施方式中,也可以为方法MT还包括步骤ST4。在结束反复执行处理顺序SQ后的期间 $P_{OE}$ 中执行步骤ST4。在步骤ST4中执行过蚀刻。

[0093] 在步骤ST4中,对腔室10内供给处理气体。步骤ST4中使用的处理气体可以为与第二处理气体相同的处理气体。在步骤ST4中,用控制部80控制气体供给部GS以供给处理气体。在步骤ST4中,用控制部80控制排气装置50,以将腔室10内的压力设定为所指定的压力。腔室10内的压力例如被设定为几mTorr ~ 1000mTorr的范围内的压力。

[0094] 在执行步骤ST4的期间 $P_{OE}$ 中,第一高频功率LF被连续地供给到下部电极18。在执行步骤ST2的第二期间 $P_2$ 中,用控制部80控制第一高频电源部61,以将第一高频功率LF连续地供给到下部电极18。

[0095] 在期间 $P_{OE}$ 内的第一高频功率LF的各周期 $P_{LF}$ 内,将第二高频功率HF作为脉冲状的高频功率供给至下部电极18(或上部电极30)。在期间 $P_{OE}$ 内的各周期 $P_{LF}$ 内的正电压输出期间 $P_p$ 中,作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF。用控制部80控制第二高频电源部62,以在期间 $P_{OE}$ 中供给第二高频功率HF。在步骤ST4中,支承台14上的基片的 $V_{pp}$ (电压的峰值)变低,从等离子体去向基片W的离子的能量变得比较低。因此,在步骤ST4中,能够一边抑制基底区域URA的蚀刻,一边执行膜FA1和膜FA2的过蚀刻。

[0096] 以下,在参照图1以及图8的(a)、图8的(b)、图8的(c)和图8的(d)和图9。图8的(a)是能够应用图1所示的方法MT的另一个例子的基片的局部截面图。图8的(b)是执行了方法MT的步骤ST1后的状态的另一个例子的基片的局部截面图,图8的(c)是执行了方法MT的处理顺序SQ后的状态的另一个例子的基片的局部截面图,图8的(d)是执行了方法MT的步骤ST4后的状态的另一个例子的基片的局部截面图。图9是关于图1所示的等离子体处理方法的又一个例子的时序图。

[0097] 如图8的(a)所示,能够应用方法MT的另一个例子的基片WB具有基底区域URB、隆起区域PR和补偿区域(offset area)OR。基底区域URB例如由硅形成。隆起区域PR设置于基底区域URB上。隆起区域PR以从基底区域URB突出的方式延伸。隆起区域PR可以具有大致长方

体形状。隆起区域PR包括第一区域R1、第二区域R2和第三区域R3。第一区域R1在基底区域URB上延伸。第一区域R1例如是栅极氧化膜。第二区域R2在第一区域R1上延伸。第二区域R2例如由多晶硅形成。第三区域R3在第二区域R2上延伸。第三区域R3例如由氮化硅形成。补偿区域OR以覆盖隆起区域PR和基底区域URB的方式沿隆起区域PR的表面和基底区域URB的表面延伸。补偿区域OR例如由氧化硅形成。此外,也可以为补偿区域OR是包含硅氧化膜和硅氮化膜的多层膜。

[0098] 在图9所示的例子的情况下,方法MT的步骤ST1与图4~图7各自所示的例子的步骤ST1相同。在图9所示的例子的情况下,在方法MT的步骤ST1中,如图8的(b)所示,来自在腔室10内生成的等离子体的化学种在基片WB上沉积,形成沉积物DPB。

[0099] 与图4~图7各自所示的例子中的步骤ST2不同,在图9所示的例子的步骤ST2中,在第二期间 $P_2$ 内的各周期 $P_{LF}$ 内的正电压输出期间 $P_p$ 中作为脉冲状的高频功率供给第二高频功率HF。在其它方面,图9所示的例子的步骤ST2与图4~图7各自所示的例子的步骤ST2相同。

[0100] 在图9所示的例子的方法MT中,通过反复执行处理顺序SQ,来进行基片WB的各向异性蚀刻,即垂直方向上的蚀刻。其结果是,如图8的(c)所示,在第三区域R3上和基底区域URB上除去补偿区域OR。此外,也可以为处理顺序SQ还包括上述的步骤ST3。

[0101] 然后,执行步骤ST4。在图9所示的例子的情况下,方法MT的步骤ST4与图4~图7各自所示的例子的步骤ST4相同。通过执行图9所示的例子的步骤ST4,如图8的(d)所示那样,来进行基片WB的过蚀刻。

[0102] 在图9所示的例子的处理顺序SQ中,一边在沿隆起区域PR的侧面的部分由沉积物DPB保护补偿区域OR,一边进行基片WB的各向异性蚀刻。因此,能够在沿隆起区域PR的侧面的部分抑制补偿区域OR的宽度变窄。此外,在图9所示的例子的步骤ST2中,支承台14上的基片的 $V_{pp}$ (电压的峰值)变低,从等离子体去向基片W的离子的能量变得比较低。因此,能够抑制蚀刻第三区域R3和基底区域URB。

[0103] 以上,对各种例示的实施方式进行了说明,不过并不限定于上述的例示的实施方式,也可以进行各种各样的省略、替换和改变。此外,可以将不同的实施方式的要素组合来形成其它实施方式。

[0104] 例如,也可以使用电感耦合型的等离子体处理装置执行各种实施方式的等离子体处理方法。在电感耦合型的等离子体处理装置中,为了在腔室10中形成感应磁场而对天线供给第二高频功率。

[0105] 依照以上的说明,应当理解,在本说明书中以说明的目的说明了本发明的各种实施方式,能够不脱离本发明的范围和主旨地进行各种改变。因此,本说明书中公开的各种实施方式并没有限定的意图,真正的范围和主旨由所附的权利要求的范围来给出。

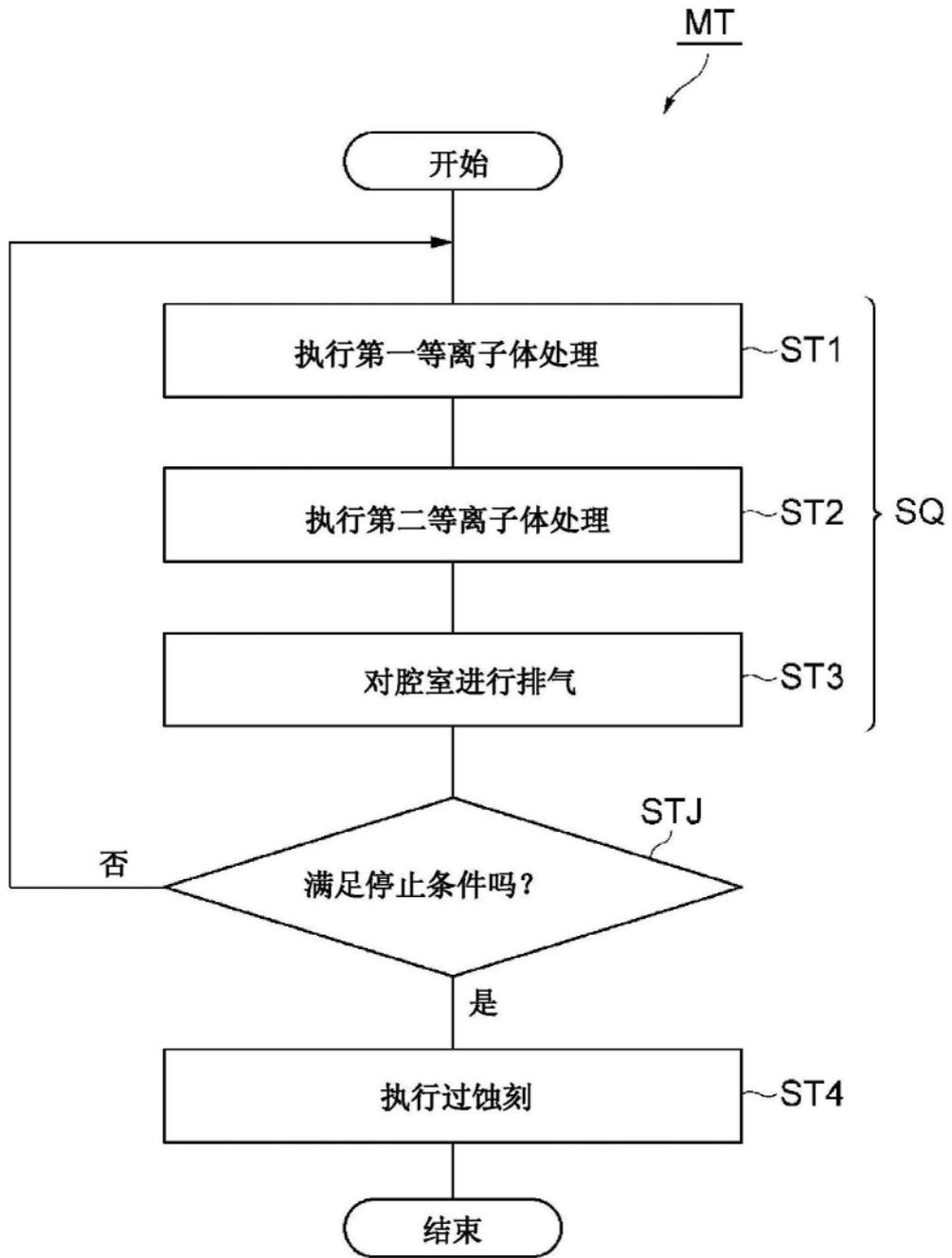


图1

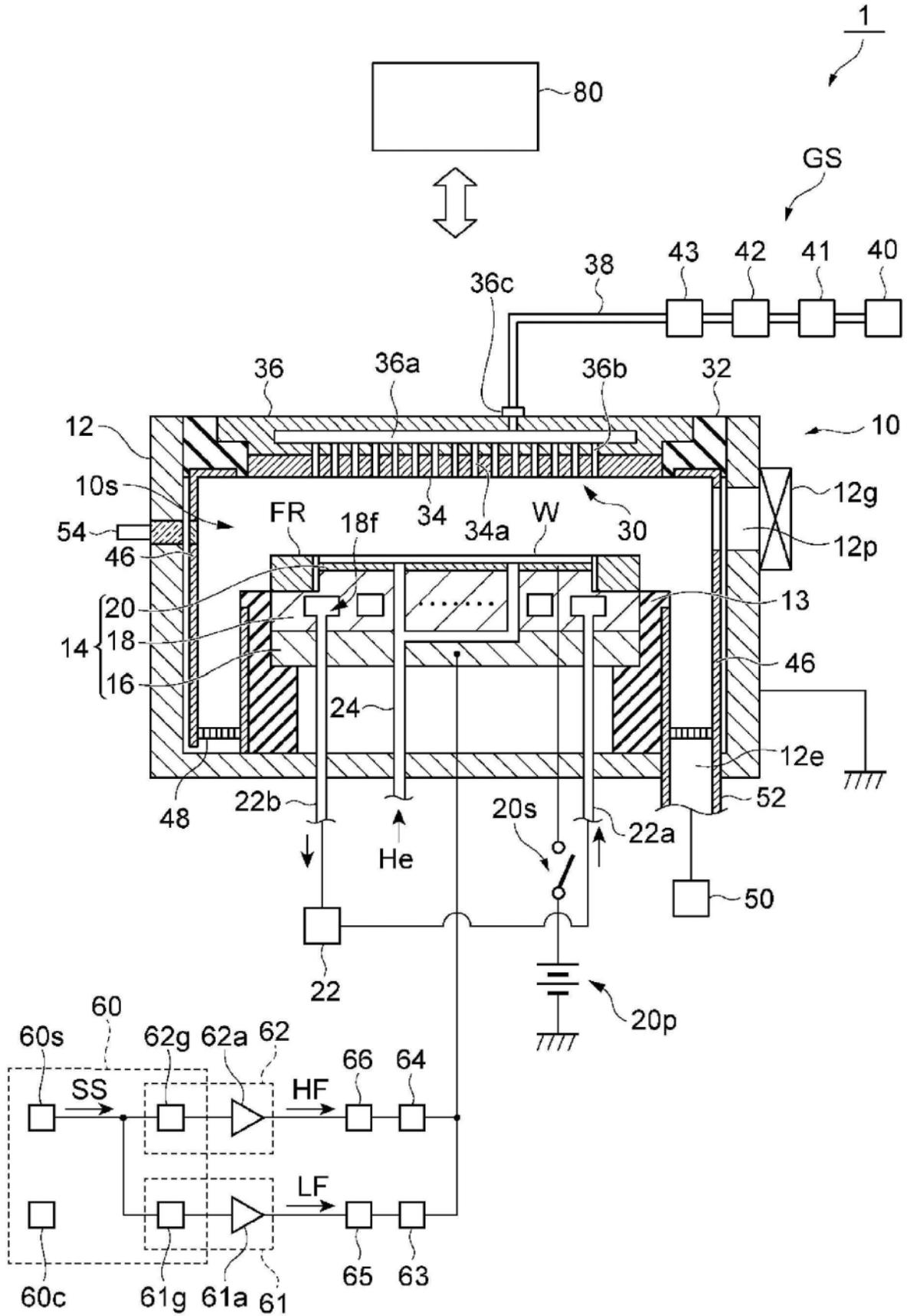


图2

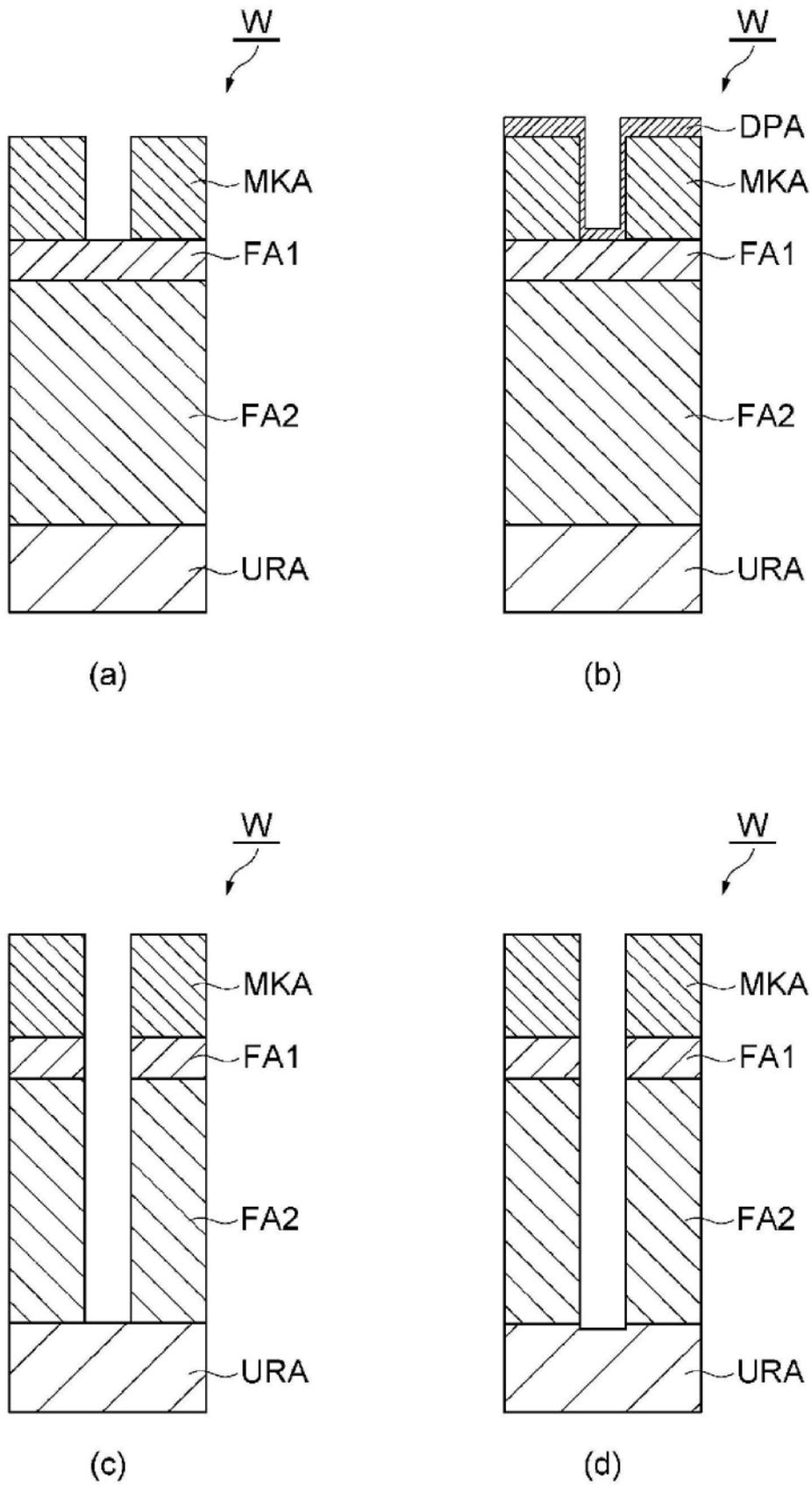


图3

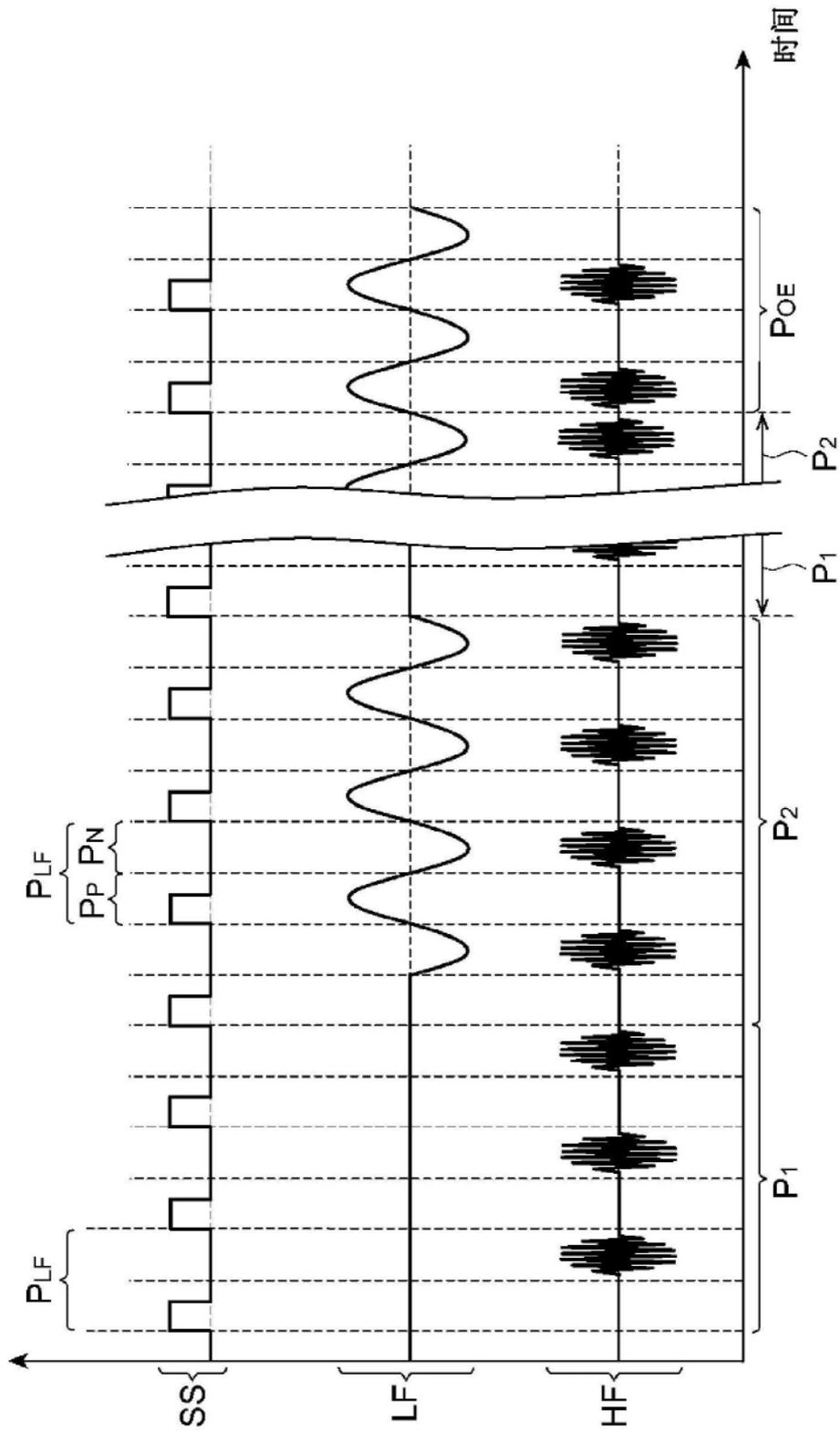


图4

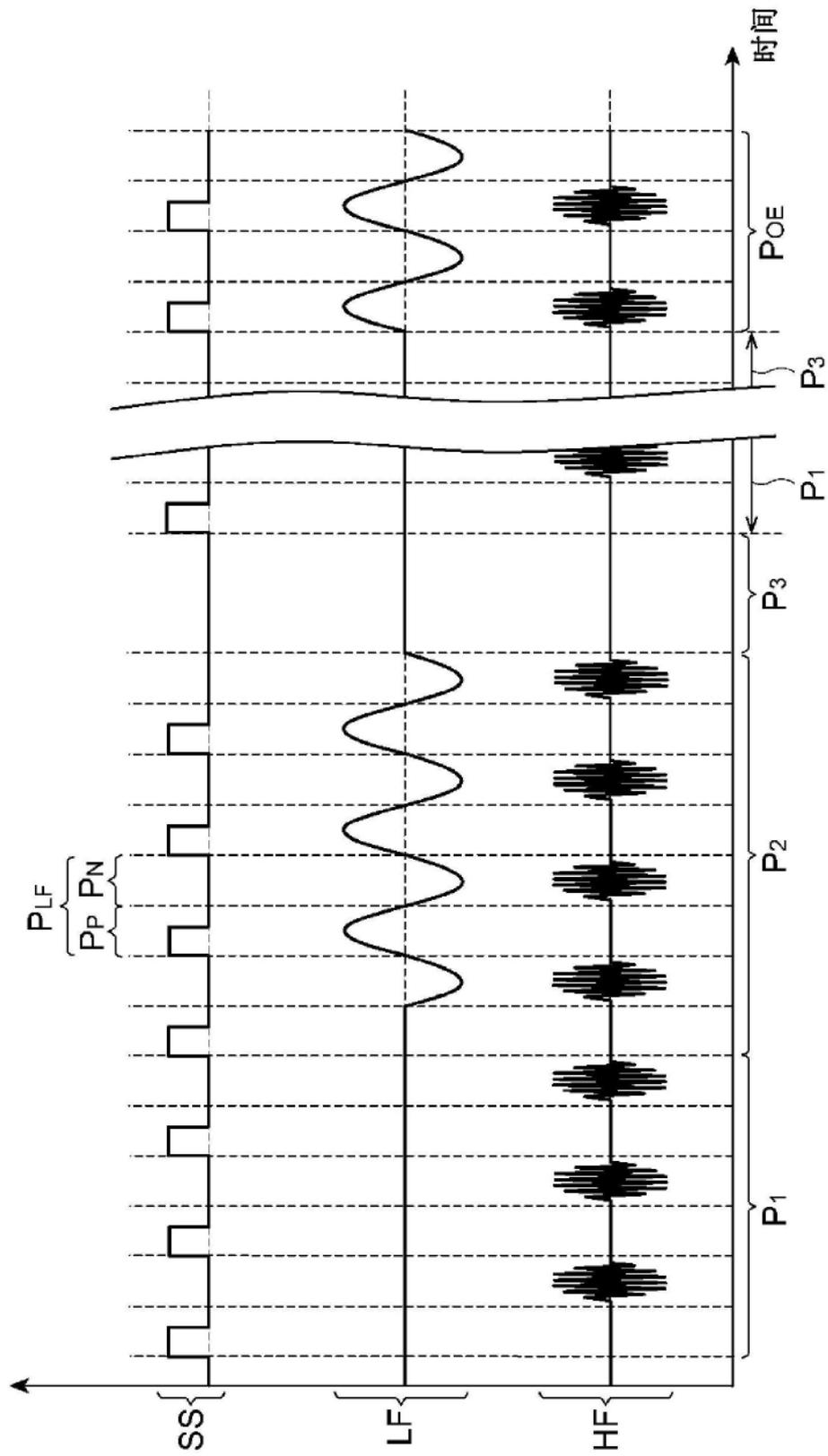


图5

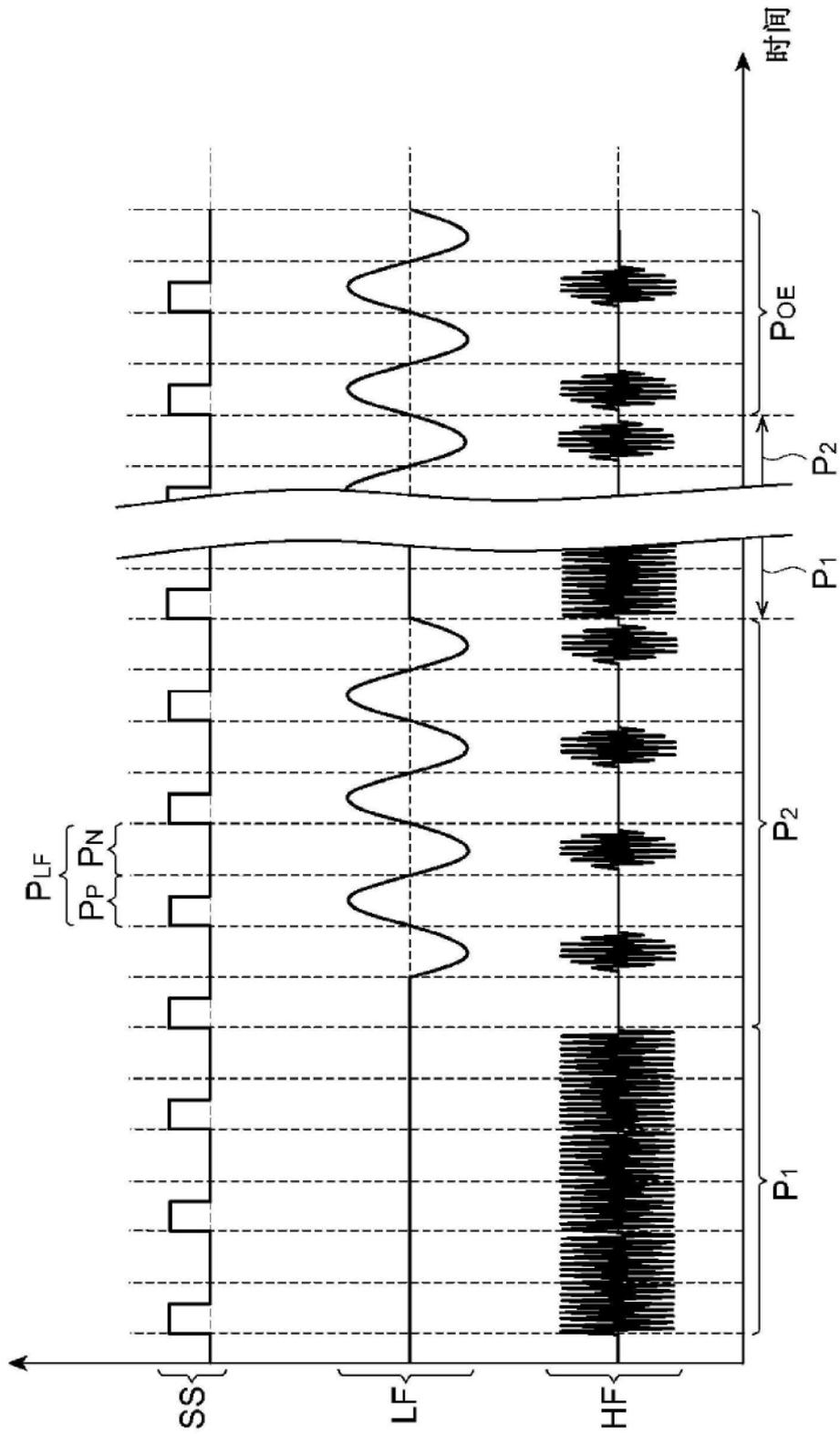


图6



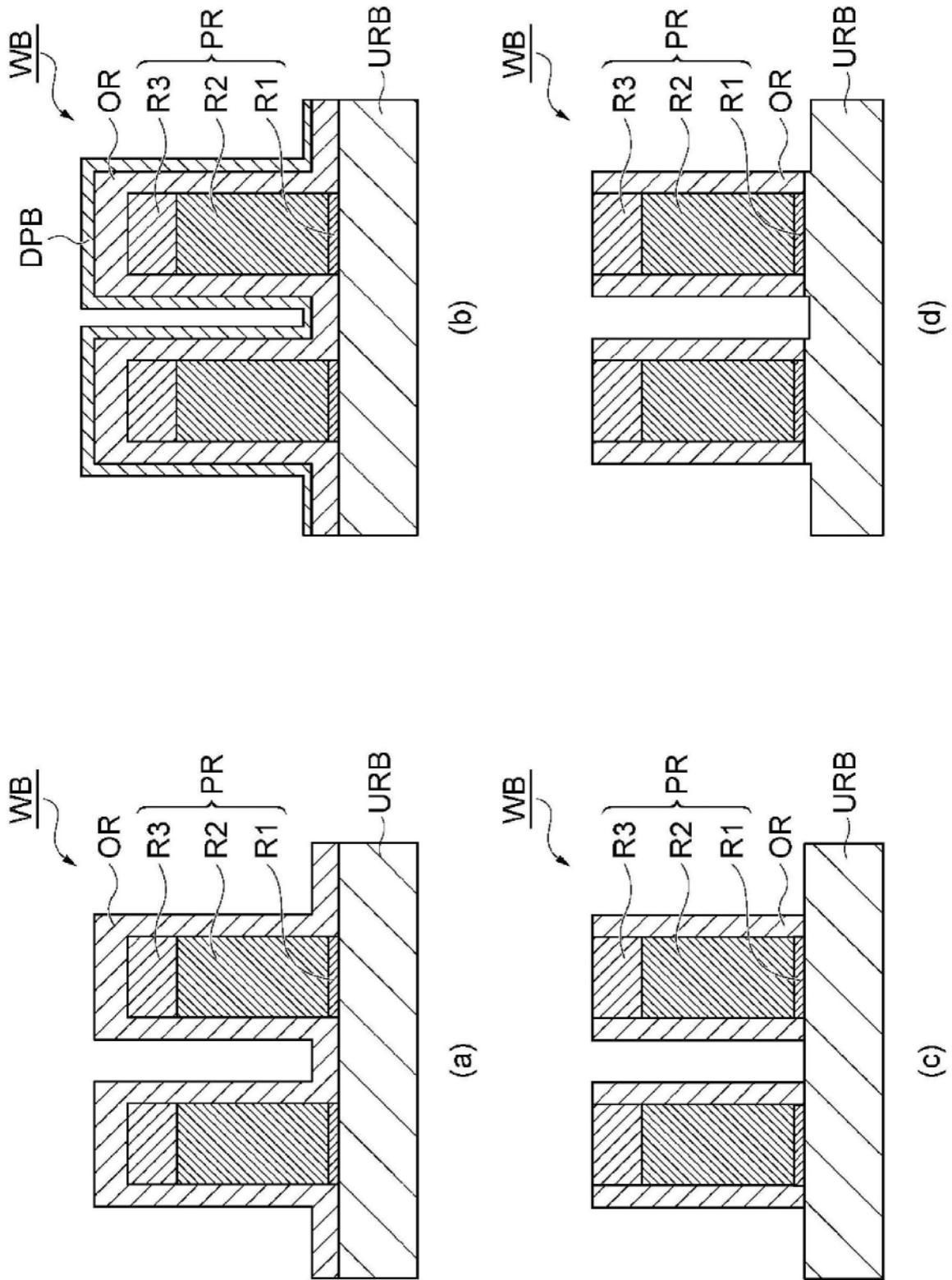


图8

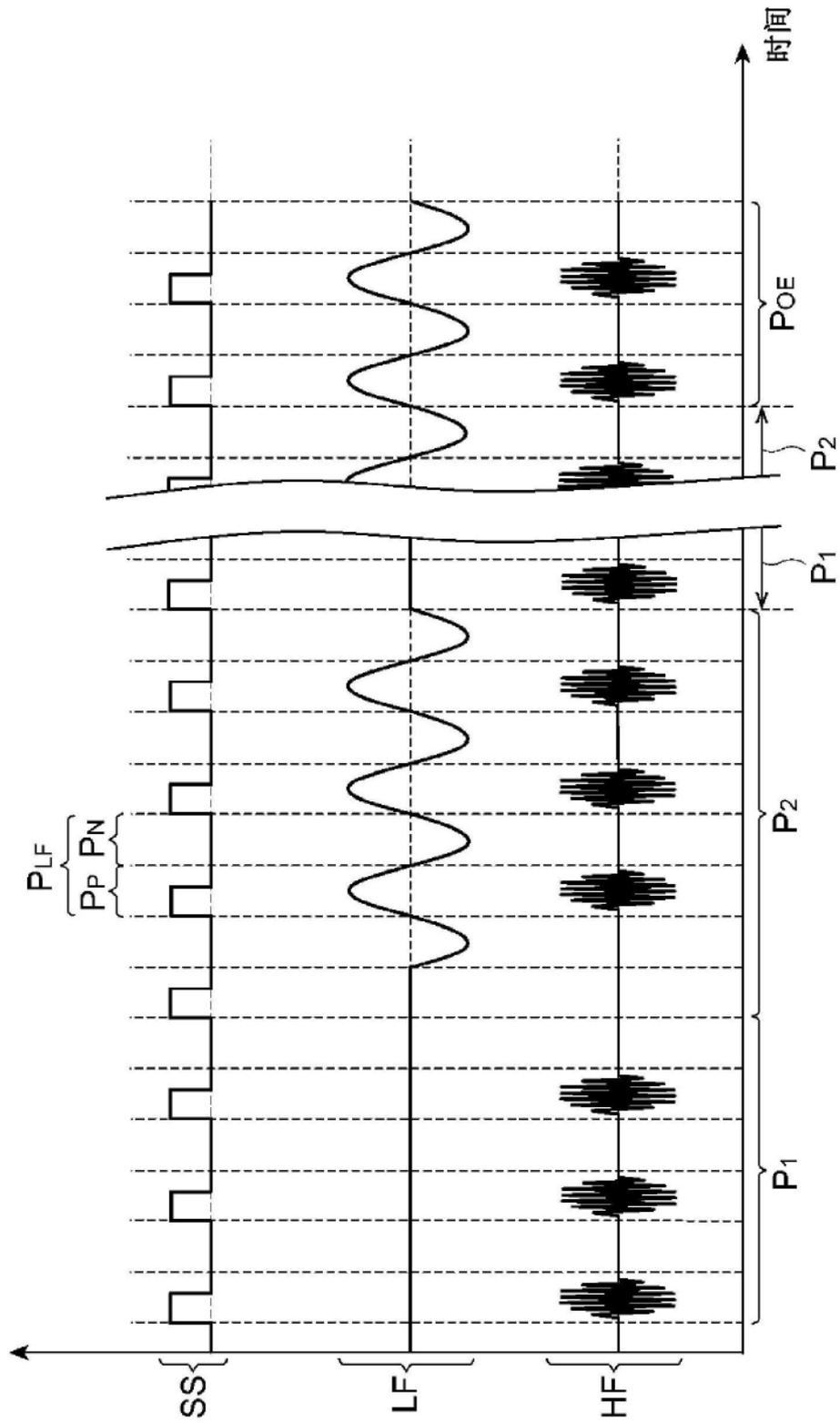


图9