



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106920733 A

(43)申请公布日 2017. 07. 04

(21)申请号 201611175990.8

(22)申请日 2016.12.19

(30)优先权数据

2015-246537 2015.12.17 JP

(71)申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 岸宏树 徐智洙

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

代理人 龙淳 徐飞跃

(51)Int.Cl.

H01J 37/32(2006.01)

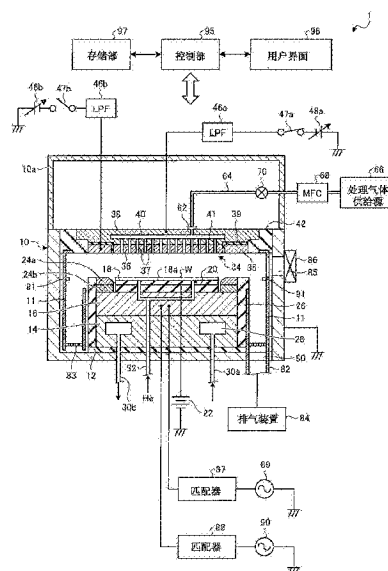
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(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

本发明提供抑制伴随聚焦环的消耗而产生的孔的倾斜度的变动的等离子体处理装置(1),其包括腔室(10)、载置台(16)、聚焦环(24a)、第1电极板(36)和第2电极板(35)。聚焦环(24a)以包围载置台(16)的载置面的方式设置在载置台的周围。第1电极板设置在载置台的上方。第2电极板以包围第1电极板的方式设置在第1电极板的周围,与第1电极板绝缘。等离子体处理装置在第1步骤中利用在腔室内生成的等离子体对载置于载置台的载置面的半导体晶片(W)实施规定的处理。另外,等离子体处理装置在第2步骤中根据第1步骤的经过时间,使施加在第2电极板的负的直流电压的绝对值增加。



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中使用等离子体处理装置,

该等离子体处理装置包括:

腔室;

载置台,其设置在所述腔室的内部,具有用于载置被处理基板的载置面;

以包围所述载置面的方式设置在所述载置台的周围的聚焦环;

以与所述载置面相对的方式设置在所述载置台的上方的第1上部电极;和

与第1上部电极绝缘的第2上部电极,其以包围所述第1上部电极的方式设置在所述第1上部电极的周围,

所述等离子体处理装置实施以下步骤:

利用在所述腔室内生成的等离子体对载置于所述载置面的所述被处理基板实施规定的处理的第1步骤;和

根据第1步骤的经过时间,使施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值增加的第2步骤。

2. 如权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述等离子体处理装置在所述第2步骤中,基于第1数据和第2数据决定施加在所述第2上部电极的负的直流电压的绝对值,所述第1数据表示与所述第1步骤的经过时间对应的所述被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度,所述第2数据表示与施加在所述第2上部电极的负的直流电压的绝对值对应的、所述被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度。

3. 如权利要求2所述的等离子体处理方法,其特征在于:

对于各个施加在所述第1上部电极的直流电压的值生成所述第2数据,

所述等离子体处理装置在所述第2步骤中,确定与施加在所述第1上部电极的直流电压的值对应的所述第2数据,基于所确定的所述第2数据和所述第1数据,决定施加在所述第2上部电极的负的直流电压的绝对值。

4. 一种等离子体处理装置,其特征在于,包括:

腔室;

载置台,其设置在所述腔室的内部,具有用于载置被处理基板的载置面;

以包围所述载置面的方式设置在所述载置台的周围的聚焦环;

以与所述载置面相对的方式设置在所述载置台的上方的第1上部电极;和

与第1上部电极绝缘的第2上部电极,其以包围所述第1上部电极的方式设置在所述第1上部电极的周围;和

控制部,其进行如下所述的控制:根据利用在所述腔室内生成的等离子体对所述被处理基板实施规定的处理的经过时间,使施加在所述第2上部电极的负的直流电压的绝对值增加。

5. 如权利要求4所述的等离子体处理装置,其特征在于:

还包括存储第1数据和第2数据的存储部,其中,所述第1数据表示与利用在所述腔室内生成的等离子体对所述被处理基板实施规定的处理的经过时间对应的所述被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度,所述第2数据表示与施加在所述第2上部电极的负的直流电压的绝对值对应的、所述被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度,

所述控制部从所述存储部读取所述第1数据和第2数据,基于所读取的所述第1数据和第2数据,决定施加在所述第2上部电极的负的直流电压的绝对值。

6.如权利要求5所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述存储部对于各个施加在所述第1上部电极的直流电压的值存储所述第2数据,

所述控制部在所述存储部存储的所述第2数据之中确定与施加在所述第1上部电极的直流电压的值对应的所述第2数据,基于所确定的所述第2数据和所述第1数据,决定施加在所述第2上部电极的负的直流电压的绝对值。

7.如权利要求4至6中任一项所述的等离子体处理装置,其特征在于:

所述第2上部电极是圆环状,

所述第2上部电极的内周面以将所述聚焦环的轴线作为基准位于比所述聚焦环的内周面远离所述轴线的位置的方式配置在所述第1上部电极的周围。

等离子体处理方法和等离子体处理装置

技术领域

[0001] 本发明的各个方面和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] 当前已知有使用等离子体对被处理基板进行蚀刻等处理的等离子体处理装置。在这样的等离子体处理装置中,在配置于腔室的内部的载置台上载置被处理基板,对腔室内供给处理气体。而且,从以与载置台上的被处理基板相对的方式配置在被处理基板的上方的上部电极对腔室内施加高频电力,由此,在腔室内生成处理气体的等离子体。而且,利用等离子体中的离子、自由基等对被处理基板的表面实施蚀刻等规定的等离子体处理。存在对上部电极实施负的直流电压的情况。

[0003] 另外,已知有在上部电极的周围设置有与上部电极绝缘的环状的导电性部件的等离子体处理装置(例如,参照下述的专利文献1)。与施加在上部电极的负的直流电压不同大小的负的直流电压施加在导电性部件。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2015-5755号公报

发明内容

[0007] 发明想要解决的问题

[0008] 但是,在等离子体处理装置中,以包围载置于载置台的被处理基板的方式在载置台的周围设置有聚焦环。利用聚焦环,对被处理基板进行的蚀刻等等离子体处理的均匀性提高。但是,在等离子体处理装置中,反复进行等离子体处理时,聚焦环消耗。当聚焦环消耗时,聚焦环的形状发生变化,形成于聚焦环的上方的等离子体层(sheath)与形成于被处理基板的上方的等离子体层之间的高度的大小关系发生变化。因此,因聚焦环的消耗,等离子体中的离子等颗粒向被处理基板入射时的倾斜度发生变化。

[0009] 伴随聚焦环的消耗,等离子体中的离子等颗粒向被处理基板入射时的倾斜度的变化变大时,难以将形成于被处理基板的孔的倾斜度的偏差抑制在预先确定的规格内。因此,在孔的倾斜度的偏差超过预先确定的范围之前,更换聚焦环。当聚焦环频繁更换时,每次工序停止,由此工序的生产能力降低。

[0010] 用于解决问题的手段

[0011] 本发明的一个方面例如是使用等离子体处理装置实施第1步骤和第2步骤的等离子体处理方法。等离子体处理装置包括腔室、载置台、聚焦环、第1上部电极和第2上部电极。载置台设置在腔室的内部,具有用于载置被处理基板的载置面。聚焦环以包围载置面的方式设置在载置台的周围。第1上部电极以与载置台的载置面相对的方式设置在载置台的上方。第2上部电极以包围第1上部电极的方式设置在第1上部电极的周围,与第1上部电极绝缘。等离子体处理装置在第1步骤中,利用在腔室内生成的等离子体,对载置在载置台的载

置面的被处理基板实施规定的处理。而且,等离子体处理装置在第2步骤中,根据第1步骤的经过时间,使施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值增加。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明的各个方面和实施方式,能够抑制伴随聚焦环的消耗的孔的倾斜度的变动。

附图说明

[0014] 图1是示意地表示等离子体处理装置整体的概略构成的一个例子的截面图。

[0015] 图2是示意地表示聚焦环与第2电极板的位置关系的一个例子的俯视图。

[0016] 图3是示意地表示聚焦环与第2电极板的位置关系的一个例子的放大截面图。

[0017] 图4是用于对伴随聚焦环的消耗而产生的离子的入射方向的倾斜度的变化进行说明的图。

[0018] 图5是说明实施方式中的孔的倾斜角度的定义的图。

[0019] 图6是表示中心DC与边缘DC的各个组合的孔的倾斜角度 θ 的测定结果的一个例子的图。

[0020] 图7是表示使对第2电极板施加的负的直流电压的绝对值增加的情况下的等离子体层的位置的变化的一個例子的图。

[0021] 图8是用于说明在本实施方式中伴随聚焦环的消耗而产生的离子的入射方向的倾斜度的图。

[0022] 图9是表示等离子体处理时间与孔的倾斜角度的关系的一个例子的图。

[0023] 图10是表示第1表的一个例子的图。

[0024] 图11是表示与边缘DC的电压变化对应的孔的倾斜角度的变化的一个例子的图。

[0025] 图12是表示第2表的一个例子的图。

[0026] 图13是表示利用等离子体处理装置实施的边缘DC的控制处理的一个例子的流程图。

[0027] 附图标记说明

[0028] W 半导体晶片

[0029] 1 等离子体处理装置

[0030] 10 腔室

[0031] 16 载置台

[0032] 18 静电吸盘

[0033] 18a 上表面

[0034] 24a 聚焦环

[0035] 24c 内周面

[0036] 34 上部电极

[0037] 35 第2电极板

[0038] 35a 内周面

[0039] 36 第1电极板

[0040] 38 电极支承体

- [0041] 39 绝缘性部件
- [0042] 95 控制部
- [0043] 96 用户界面
- [0044] 7 存储部
- [0045] 970 第1表
- [0046] 975 第2表。

具体实施方式

[0047] 公开的等离子体处理方法在一个实施方式中,使用等离子体处理装置实施第1步骤和第2步骤。其中,等离子体处理装置包括腔室、载置台、聚焦环、第1上部电极和第2上部电极。载置台设置在腔室的内部,具有用于载置被处理基板的载置面。聚焦环以包围载置面的方式设置在载置台的周围。第1上部电极以与载置台的载置面相对的方式设置在载置台的上方。第2上部电极以包围第1上部电极的方式设置在第1上部电极的周围,与第1上部电极绝缘。等离子体处理装置在第1步骤中利用在腔室内生成的等离子体对载置在载置台的载置面的被处理基板实施规定的处理。另外,等离子体处理装置在第2步骤中,根据第1步骤的经过时间,使施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值增加。

[0048] 另外,在公开的等离子体处理方法的一个实施方式中,等离子体处理装置在第2步骤中,基于第1数据和第2数据决定施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值,第1数据表示与第1步骤的经过时间对应的被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度,和第2数据表示与施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值对应的、被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度。

[0049] 另外,在公开的等离子体处理方法的一个实施方式中,也可以对于各个施加在第1上部电极的直流电压的值生成第2数据。另外,等离子体处理装置在第2步骤中,确定与施加在第1上部电极的直流电压的值对应的第2数据,基于所确定的第2数据和第1数据,决定施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值。

[0050] 另外,公开的等离子体处理装置,在一个实施方式中,包括腔室、载置台、聚焦环、第1上部电极、第2上部电极和控制部。载置台设置在腔室的内部,具有用于载置被处理基板的载置面。聚焦环以包围载置面的方式设置在载置台的周围。第1上部电极以与载置面相对的方式设置在载置台的上方。第2上部电极以包围第1上部电极的方式设置在第1上部电极的周围,与第1上部电极绝缘。控制部进行如下所述的控制:根据利用在腔室内生成的等离子体对被处理基板实施规定的处理的经过时间,使施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值增加。

[0051] 另外,公开的等离子体处理装置,在一个实施方式中,还包括存储第1数据和第2数据的存储部,其中,第1数据表示与第1步骤的经过时间对应的被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度,第2数据表示与施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值对应的、被处理基板的边缘附近的孔的倾斜角度。另外,控制部从存储部读取第1数据和第2数据,基于所读取的第1数据和第2数据,决定施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值。

[0052] 另外,在公开的等离子体处理装置的一个实施方式中,存储部可以对于各个施加在第1上部电极的直流电压的值存储第2数据。另外,控制部在存储部存储的第2数据中确定

与施加在第1上部电极的直流电压的值对应的第2数据,基于所确定的第2数据和第1数据,决定施加在第2上部电极的负的直流电压的绝对值。

[0053] 另外,在公开的等离子体处理装置的一个实施方式中,第2上部电极为圆环状,第2上部电极的内周面以将聚焦环的轴线作为基准位于比聚焦环的内周面远离轴线的位置的方式配置在第1上部电极的周围。

[0054] 以下,基于附图对公开的等离子体处理方法和等离子体处理装置的实施方式进行详细说明。此外,不限于由本实施方式公开的发明。

[0055] [等离子体处理装置1的构成]

[0056] 图1是示意地表示等离子体处理装置1整体的概略构成的一个例子的截面图。本实施方式中的等离子体处理装置1是例如电容耦合型平行平板等离子体蚀刻装置。等离子体处理装置1具有例如由表面经阳极氧化处理后的铝形成的大致圆筒状的腔室10。腔室10安全接地。

[0057] 在腔室10的底部隔着由陶瓷等形成的绝缘板12配置有圆柱状的支承台14。在支承台14之上设置有例如由铝等形成的载置台16。载置台16作为下部电极发挥作用。

[0058] 在载置台16的上表面设置有用静电力吸附保持作为被处理基板的一个例子的半导体晶片W的静电吸盘18。静电吸盘18具有以一对绝缘层或绝缘片夹着由导电膜形成的电极20的构造。直流电源22与电极20电连接。半导体晶片W载置在静电吸盘18的上表面18a,被由从直流电源22供给的直流电压产生的库仑力等静电力吸附保持在静电吸盘18。用于载置半导体晶片W的静电吸盘18的上表面18a是载置台16的载置面的一个例子。

[0059] 在静电吸盘18的周围且载置台16的上表面设置有导电性部件24b。另外,在导电性部件24b之上以包围静电吸盘18的上表面18a的方式设置有例如由硅等形成的导电性的聚焦环24a。因使用聚焦环24a,蚀刻等的等离子体处理的均匀性提高。在载置台16和支承台14的侧面设置有例如由石英形成的圆筒状的内壁部件26。

[0060] 在支承台14的内部形成有例如环状的冷却室28。从设置在外部的未图示的冷却单元经由配管30a和30b对冷却室28循环供给例如冷却水等规定温度的冷却介质。利用在冷却室28内循环的冷却介质,来控制支承台14、载置台16和静电吸盘18的温度,静电吸盘18上的半导体晶片W被控制在规定温度。

[0061] 另外,来自未图示的传热气体供给机构的例如He气体等传热气体经由配管32被供给到静电吸盘18的上表面18a与半导体晶片W的背面之间。

[0062] 在作为下部电极发挥作用的载置台16的上方以与载置台16相对的方式设置有上部电极34。上部电极34与载置台16之间的空间成为等离子体生成空间。上部电极34形成与作为下部电极发挥作用的载置台16上的半导体晶片W相对并与等离子体生成空间接触的面即相对面。

[0063] 上部电极34隔着绝缘性遮蔽部件42被支承在腔室10的上部。上部电极34具有第1电极板36、第2电极板35和电极支承体38。第1电极板36构成与载置台16相对的面,具有多个排出孔37。第1电极板36和第2电极板35优选焦耳热少的低电阻的导电体或半导体,例如,优选由硅或SiC形成。第2电极板35具有环状的形状,以包围第1电极板36的方式设置在第1电极板36的周围。第2电极板35设置在聚焦环24a的上方的位置。第2电极板35利用绝缘性部件39与第1电极板36绝缘。第1电极板36是第1上部电极的一个例子,第2电极板35是第2上部电

极的一个例子。

[0064] 图2是示意地表示聚焦环24a和第2电极板35的位置关系的一个例子的俯视图。图3是示意地表示聚焦环24a和第2电极板35的位置关系的一个例子的放大截面图。图2表示在从上部电极34向载置台16去的方向上观察的情况下的聚焦环24a和第2电极板35。如图2所示,聚焦环24a和第2电极板35具有圆环状的形状,聚焦环24a和第2电极板35的中心轴大致一致。图2所示的点o表示聚焦环24a和第2电极板35的中心轴通过的点。本实施方式中,聚焦环24a的内周面24c的半径 r_1 ,例如如图2和图3所示,比第2电极板35的内周面35a的半径 r_2 短。此外,作为另外的方式,聚焦环24a的内周面24c的半径 r_1 可以是与第2电极板35的内周面35a的半径 r_2 相同的长度。

[0065] 返回图1继续说明。电极支承体38以第1电极板36和第2电极板35可拆卸的方式支承第1电极板36和第2电极板35。另外,电极支承体38例如具有由表面经阳极氧化处理后的铝等导电性材料形成的水冷构造。在电极支承体38的内部设置有气体扩散室40。与排出孔37连通的多个气体流通孔41从气体扩散室40向下方延伸。

[0066] 在电极支承体38形成有向气体扩散室40引导处理气体的气体导入口62,气体供给管64与气体导入口62连接。气体供给管64经由阀门70和质量流量控制器(MFC)68与处理气体供给源66连接。在对半导体晶片W进行蚀刻的处理的情况下,从处理气体供给源66将用于蚀刻的处理气体经由气体供给管64供给到气体扩散室40。供给到气体扩散室40内的处理气体在气体扩散室40内扩散,经由各个气体流通孔41和排出孔37喷淋状地排出到等离子体处理空间内。即,上部电极34也作为用于对等离子体处理空间内供给处理气体的喷淋头发挥作用。

[0067] 可变直流电源48a经由低通滤波器(LPF)46a和开关47a与电极支承体38电连接。可变直流电源48a输出由后述的控制部95指示的大小(绝对值)的负的直流电压。开关47a控制从可变直流电源48a向电极支承体38的负的直流电压的供给和截断。以下,有时将从可变直流电源48a向电极支承体38供给的负的直流电压称为中心DC。

[0068] 可变直流电源48b经由LPF46b和开关47b与第2电极板35电连接。可变直流电源48b输出由后述的控制部95指示的大小(绝对值)的负的直流电压。开关47b控制从可变直流电源48b向第2电极板35的负的直流电压的供给和截断。以下,有时将从可变直流电源48b向第2电极板35供给的负的直流电压称为边缘DC。

[0069] 从腔室10的侧壁起比上部电极34的高度位置靠上方的位置设置有圆筒状的接地导体10a。接地导体10a在其上部具有顶壁。

[0070] 作为下部电极发挥作用的载置台16经由匹配器87与第1高频电源89电连接。另外,载置台16经由匹配器88与第2高频电源90电连接。第1高频电源89输出27MHz以上的频率例如40MHz的高频电力。第2高频电源90输出13.56MHz以下的频率例如2MHz的高频电力。

[0071] 匹配器87使第1高频电源89的阻抗和负载阻抗匹配,使得在腔室10内生成等离子体时第1高频电源89的阻抗和负载阻抗在表现上一致。同样,匹配器88使第2高频电源90的阻抗和负载阻抗匹配,使得在腔室10内生成等离子体时第2高频电源90的阻抗和负载阻抗在表现上一致。

[0072] 在腔室10的底部设置有排气口80。排气装置84经由排气管82与排气口80。排气装置84例如具有涡轮分子泵等真空泵,能够将腔室10内减压至所需的真空度。另外,在腔室10

的侧壁设置有用于搬入和搬出半导体晶片W的开口85,开口85能够利用闸阀86开闭。

[0073] 在腔室10的内壁沿腔室10的内壁可拆卸地设置有用于防止蚀刻副生物(沉积物)附着在腔室10的内壁的沉积物屏蔽件11。另外,沉积物屏蔽件11也设置在内壁部件26的外周。在腔室10的底部的腔室壁侧的沉积物屏蔽件11与内壁部件26侧的沉积物屏蔽件11之间设置有排气板83。作为沉积物屏蔽件11和排气板83能够适合使用例如在铝材上覆盖有 Y_2O_3 等陶瓷的部件。

[0074] 在沉积物屏蔽件11的构成腔室内壁的的部分的与半导体晶片W大致相同的高度部分,设置有与大地DC连接的导电性部件(GND块,接地块)91。利用GND块91能够防止腔室10内的异常放电。

[0075] 等离子体处理装置1的各构成部由控制部95控制。控制部95连接有用户界面96,用户界面96包括:工序管理者为了管理等离子体处理装置1而进行指令的输入操作等的键盘,和将等离子体处理装置1的工作状况可视化地进行显示的显示器等。

[0076] 并且,控制部95连接有存储部97,存储部97存储有:用于在控制部95的控制下实现由等离子体处理装置1实施的各种处理的控制程序、用于根据处理条件使等离子体处理装置1的各构成部实施处理的程序即处理方案等。另外,在存储部97收纳有后述的第1表和第2表的数据。存储部97例如是硬盘或者半导体存储器等。另外,存储部97可以是能够由计算机读取的可移性的存储介质。在该情况下,控制部95经由从该存储介质读取数据的装置,取得存储在该存储介质的控制程序等。存储介质例如是CD-ROM、DVD等。

[0077] 控制部95根据经由用户界面96的来自用户的指示等,从存储部97读取出任意的处理方案并实施,控制等离子体处理装置1的各部,对半导体晶片W实施规定的等离子体处理。此外,本实施方式中的等离子体处理装置1包括控制部95、用户界面96和存储部97。

[0078] 在如上述方式构成的等离子体处理装置1中,在对半导体晶片W进行蚀刻处理的情况下,首先,将闸阀86控制成打开状态,经由开口85将蚀刻对象的半导体晶片W搬入腔室10内,并载置在静电吸盘18上。然后,从直流电源22将规定的直流电压施加到静电吸盘18,半导体晶片W被吸附保持在静电吸盘18的上表面18a。

[0079] 然后,从处理气体供给源66将用于蚀刻的处理气体以规定的流量供给到气体扩散室40,经由气体流通孔41和排出孔37将处理气体供给到腔室10内。另外,利用排气装置84将腔室10内排气,将腔室10内的压力控制成规定的压力。在对腔室10内供给了处理气体的状态下,从第1高频电源89以规定的功率对载置台16施加等离子体生成用的高频电力,并且,从第2高频电源90以规定的功率对载置台16施加离子引入用的高频电力。另外,从可变直流电源48a对电极支承体38施加规定大小的负的直流电压,从可变直流电源48b对第2电极板35施加规定大小的负的直流电压。

[0080] 从上部电极34的排出孔37排出的处理气体,在利用施加在载置台16上的高频电力而在上部电极34与载置台16之间产生的库伦放电中等离子体化,半导体晶片W的被处理面被由该等离子体生成的自由基、离子蚀刻。

[0081] 另外,本实施方式中,控制部95根据等离子体处理的经过时间,控制可变直流电源48b,使施加在第2电极板35的负的直流电压的大小增加。

[0082] [等离子体处理时间和孔的倾斜角度的关系]

[0083] 在此,对等离子体处理时间和形成在半导体晶片W的被处理面的孔的倾斜角度的

关系进行说明。图4是表示伴随聚焦环24a的消耗而产生的离子的入射方向的倾斜度的变化的说明图。在聚焦环24a没有消耗的情况下,例如如图4(a)所示,聚焦环24a的上方的等离子体层形成在例如比半导体晶片W的上方的等离子体层高位置。在该情况下,在半导体晶片W的周缘部(边缘)附近,等离子体中的离子以向半导体晶片W的被处理面的周缘部的方向倾斜的方式倾斜地入射。在蚀刻中,沿离子的入射方向形成有孔。因此,形成在半导体晶片W的被处理面的周缘部附近的孔的深度方向的形状为相对于铅垂方向向半导体晶片W的被处理面的周缘部倾斜的倾斜形状。

[0084] 之后,反复等离子体处理,当聚焦环24a因等离子体而消耗时,例如如图4(b)所示,聚焦环24a的高度变低。由此,例如如图4(b)所示,聚焦环24a的上方的等离子体层的位置变低,与形成在半导体晶片W的中心部附近的上方的等离子体层相比,形成在半导体晶片W的周缘部附近的上方的等离子体层的位置变低。由此,在半导体晶片W的周缘部附近,等离子体中的离子以向半导体晶片W的被处理面的中心部的方向倾斜的方式倾斜地入射。由此,形成在半导体晶片W的被处理面的周缘部附近的孔的深度方向的形状为相对于铅垂方向向半导体晶片W的被处理面的中心部倾斜的倾斜形状。

[0085] 在此,说明孔的深度方向的倾斜角度的定义。图5是说明实施方式中的孔的倾斜角度的定义的图。本实施方式中,孔的倾斜角度 θ 例如如图5所示定义为孔的深度方向相对于铅垂方向的角度。例如如图5(a)所示,形成在半导体晶片W的孔h1向半导体晶片W的被处理面的周缘部的方向倾斜的倾斜情况下,孔的倾斜角度 θ 为正值。另外,例如如图5(b)所示,形成在半导体晶片W的孔h2向半导体晶片W的被处理面的中心部的方向倾斜的倾斜情况下,孔的倾斜角度 θ 为负值。

[0086] 在图4所示的例子中,在聚焦环24a没有消耗的状态下,孔的倾斜角度 θ 为正值的规定值(例如, $\theta = +0.5\text{deg}$)的形状的聚焦环24a设置在腔室10内。而且,随着等离子体处理的时间的经过,聚焦环24a消耗,孔的倾斜角度 θ 减少。而且,孔的倾斜角度 θ 最终成为负值。之后,伴随等离子体处理的时间的经过,聚焦环24a进一步消耗,倾斜角度 θ 成为更大的负值。在孔的倾斜角度 θ 成为规定的大小的负的角度(例如, $\theta = -0.5\text{deg}$)之前更换聚焦环24a。

[0087] [边缘DC和倾斜角度 θ 的关系]

[0088] 接着,对边缘DC和孔的倾斜角度 θ 的关系进行说明。图6是表示中心DC和边缘DC的各个组合的孔的倾斜角度 θ 的测定结果的一个例子的图。当参照图6的测定结果时可知,作为施加在第2电极板35的负的直流电压的边缘DC的绝对值越增加,孔的倾斜角度 θ 越在正的方向上增加。当使施加在第2电极板35的负的直流电压的绝对值增加时,例如如图7所示,聚焦环24a的上方的等离子体层向第2电极板35的方向即上方移动。图7是表示使施加在第2电极板35的负的直流电压的绝对值增加的情况下的等离子体层的位置的变化例子的图。因此,认为离子的入射方向向半导体晶片W的被处理面的周缘部的方向倾斜,由离子的入射而形成的孔的倾斜角度 θ 向正的方向倾斜。

[0089] 因此,认为例如如图8(a)和(b)所示,即使随着等离子体处理时间的经过,聚焦环24a消耗,等离子体层的位置变低,如果使施加在第2电极板35的边缘DC的大小(绝对值)增加,也能够抑制伴随聚焦环24a的消耗而产生的孔的倾斜角度 θ 的变化。

[0090] [第1表]

[0091] 接着,对为了决定边缘DC的值而使用的第1表的生成方法进行说明。首先,测定与

等离子体处理时间对应的孔的倾斜角度 θ 。例如,实际上对多个半导体晶片W进行蚀刻处理,针对等离子体处理的每个累计时间的半导体晶片W,测定形成在半导体晶片W的孔的倾斜角度 θ 。此外,作为另外的例子,可以使用以高度变低了与等离子体处理的累计时间对应的消耗量的方式加工后的聚焦环24a,对半导体晶片W进行蚀刻处理,并测定形成在半导体晶片W的孔的倾斜角度 θ 。

[0092] 根据各个等离子体处理时间的孔的倾斜角度 θ 的测定结果,计算等离子体处理的各个单位时间的倾斜角度 θ 的变化量。当图示各个等离子体处理时间的孔的倾斜角度 θ 的测定值时,例如如图9所示。图9是表示等离子体处理时间和孔的倾斜角度的关系的一个例子的图。在图9的例子中,与等离子体处理的单位时间对应的倾斜角度 θ 的变化量为每10小时为 -0.023deg 。

[0093] 而且,对于各个等离子体处理的经过时间,倾斜角度 θ 的值作为第1表保持在存储部97内。图10是表示第1表970的一个例子的图。第1表970中,例如如图10所示,与等离子体处理的经过时间971相关联地收纳孔的倾斜角度 θ 972。此外,在图10的例子中,孔的倾斜角度 θ 972的初始值为 0.50deg ,但是,孔的倾斜角度 θ 972的初始值可以为 0deg 等其他值。第1表970是第1数据的一个例子。

[0094] [第2表]

[0095] 接着,对为了决定边缘DC的值所使用的第2表的生成方法进行说明。首先,例如如图6所示,对于中心DC与边缘DC的各个组合,测定孔的倾斜角度 θ 。而且,对于各个中心DC的值,根据与边缘DC对应的孔的倾斜角度 θ 的测定结果,计算与边缘DC的电压变化对应的倾斜角度 θ 的变化量。当图示与边缘DC对应的孔的倾斜角度 θ 的测定值时,例如如图11所示。图11是表示与边缘DC的电压变化对应的孔的倾斜角度的变化的一个例子的图。图11的测定结果中,中心DC为 -150V 。在图11的例子中,与边缘DC的电压变化对应的倾斜角度 θ 的变化量是每 10V 为 0.007deg 。

[0096] 而且,倾斜角度 θ 转换为由与边缘DC的初始值对应的倾斜角度 θ 得到的相对值 $\Delta\theta$ 。而且,对于中心DC的各个值,边缘DC和相对值 $\Delta\theta$ 的组合作为第1表保存在存储部97内。图12是表示第2表975的一个例子的图。第2表975中例如如图12所示,对于各个中心DC的电压值976,收纳有单独表977。各个单独的表977中与边缘DC的电压值978相关联地收纳有相对值 $\Delta\theta$ 979。第2表975是第2数据的一个例子。

[0097] [边缘DC的控制]

[0098] 图13是表示由等离子体处理装置1实施的边缘DC的控制处理的一个例子的流程图。此外,在图13所示的流程图的开始前,将半导体晶片W搬入腔室10内,对腔室10内供给处理气体,将腔室10内的压力控制在规定的压力。另外,将处理方案中规定的负的直流电压作为中心DC被施加在电极支承体38。

[0099] 首先,控制部95控制可变直流电源48a和48b,将边缘DC设定成与中心DC相同的值(S100)。由此,与施加在电极支承体38的负的直流电压相同大小的负的直流电压施加在第2电极板35。

[0100] 接着,控制部95控制第1高频电源89和第2高频电源90,将规定电力的高频分别施加在载置台16。由此,在腔室10内生成处理气体的等离子体,利用所生成的等离子体,开始对半导体晶片W的等离子体处理(S101)。

[0101] 接着,控制部95将表示等离子体处理的累计时间的经过时间 t 初始化为0 (S102)。另外,控制部95以规定时间 Δt 对表示更新边缘DC的时刻的时间 t_0 进行初始化 (S103)。规定时间 Δt 例如是10小时。

[0102] 接着,控制部95判断经过时间 t 是否达到时间 t_0 (S104)。在经过时间 t 没有达到时间 t_0 的情况 (S104:否) 下,控制部95实施步骤S112所示的处理。

[0103] 另一方面,在经过时间 t 达到了时间 t_0 的情况 (S104:是) 下,控制部95参照存储部97内的第1表970,确定与当前的经过时间 t 相关联的倾斜角度 θ (S105)。然后,控制部95计算所确定的倾斜角度 θ 与规定的倾斜角度 θ_0 的差 $\Delta \theta_m$ (S106)。规定的倾斜角度 θ_0 是成为基准的倾斜角度。在本实施方式中,倾斜角度 θ_0 例如是+0.5deg。

[0104] 接着,控制部95参照存储部97内的第2表975,确定与施加在电极支承体38的中心DC的值相关联的单独表977 (S107)。而且,控制部95在特定的单独表977内,确定最接近在步骤S106中计算出的差 $\Delta \theta_m$ 的相对值 $\Delta \theta$ (S108)。

[0105] 接着,控制部95参照单独表977,确定与在步骤S108中确定的相对值 $\Delta \theta$ 相关联的边缘DC的电压值 (S109)。然后,控制部95进行控制以输出所确定的电压值的负的直流电压。由此,在步骤S109中所确定的电压值的负的直流电压被施加在第2电极板35 (S110)。

[0106] 接着,控制部95在表示更新显边缘DC的时刻的时间 t_0 上加上规定时间 Δt (S111),判断是否结束等离子体处理 (S112)。在没有结束等离子体处理的情况下 (S112:否),控制部95再次实施步骤S104所示的处理。另一方面,在结束等离子体处理的情况 (S112:是) 下,等离子体处理装置1结束本流程图所示的边缘DC的控制处理。

[0107] 以上,对一个实施方式进行了说明。从上述说明可以明确,根据本实施方式的等离子体处理装置1,能够抑制伴随聚焦环24a的消耗而产生的孔的倾斜度的变动。

[0108] 此外,公开的技术不限于上述实施方式,在其主旨的范围内能够进行各种变形。

[0109] 例如,在上述实施方式中,在上部电极34设置有第1电极板36和第2电极板35,在第2电极板35施加与施加在第1电极板36的负的直流电压分别独立被控制的负的直流电压。但是,公开的技术不限于此。例如,第2电极板35在径方向上由多个环状的部件构成,施加在各个环状的部件的负的直流电压可以分别独立被控制。由此,能够高精度地控制半导体晶片W的周缘的层 (sheath) 的分布。

[0110] 另外,在上述的实施方式中,以对半导体晶片W进行了使用了等离子体的蚀刻的等离子体处理装置1为例进行了说明,但是公开的技术不限于此。如果是使用等离子体进行处理的装置,则在成膜装置或者使用等离子体对叠层在半导体晶片W上的膜进行改性的装置等中,也能够使用上述的边缘DC的控制。

[0111] 以上,使用实施方式对本发明进行了说明,但是,本发明的技术范围不限于上述实施方式记载的范围。能够对上述实施方式进行各种变更或添加改良对本领域技术人员而言是明确的。另外,这样的变更或添加了改良的方式也包含于本发明的技术的范围中,但是根据专利申请的保护范围的记载可以明确。

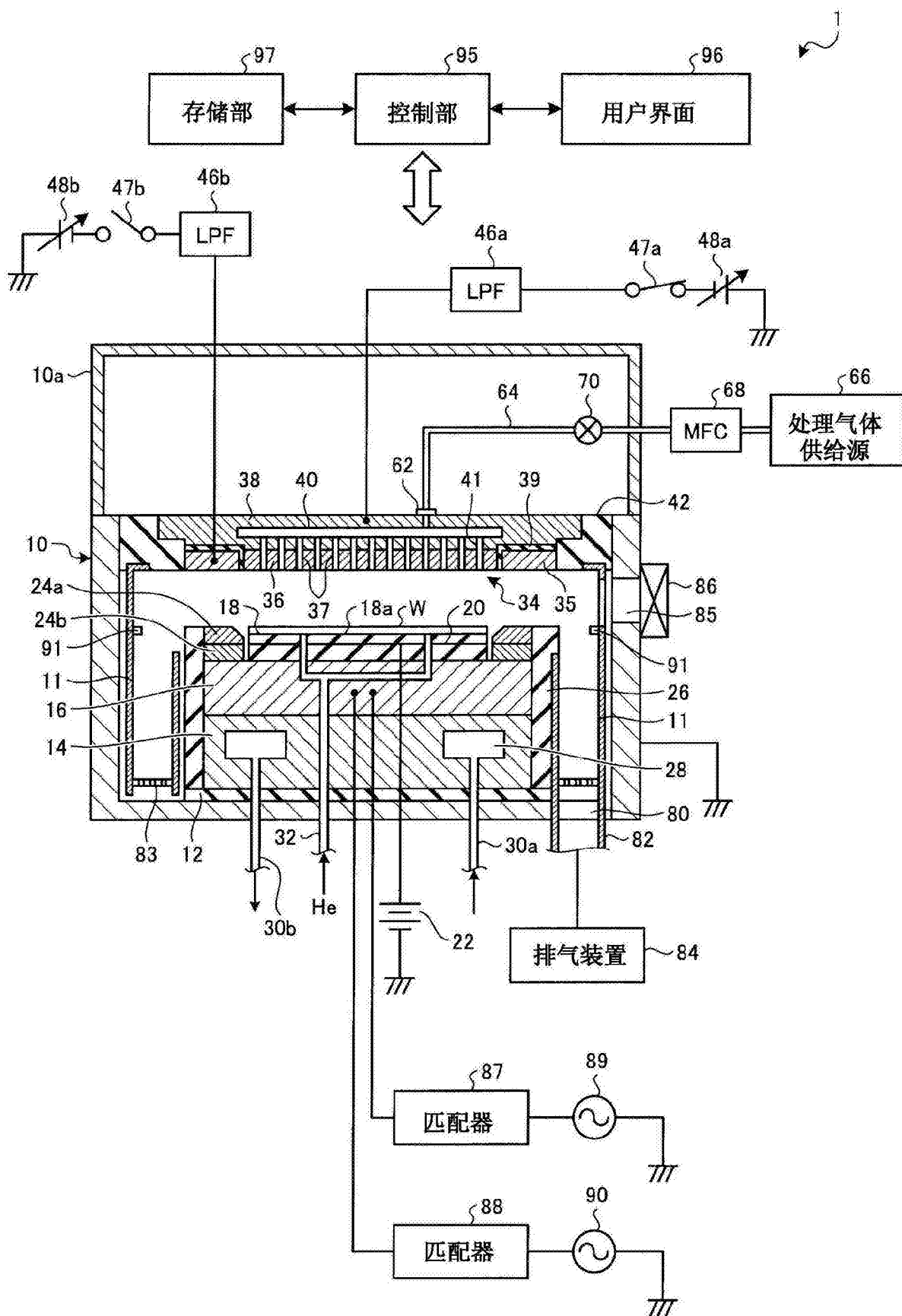


图1

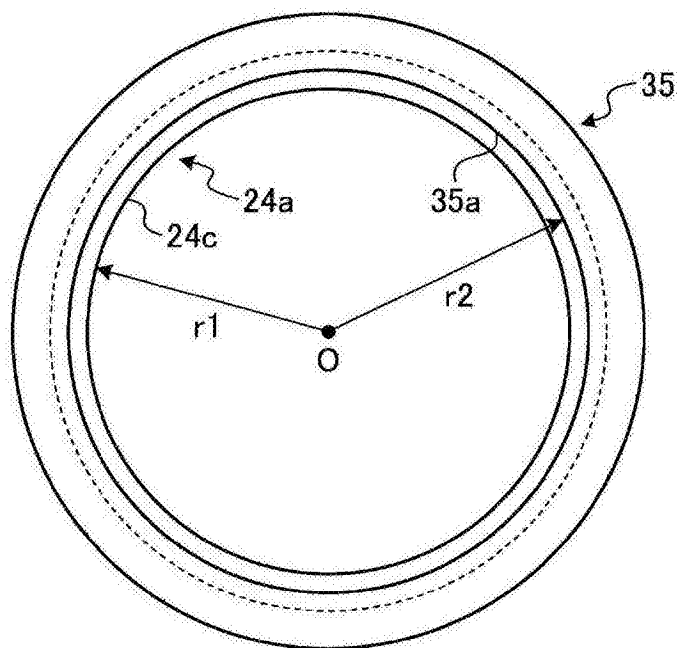


图2

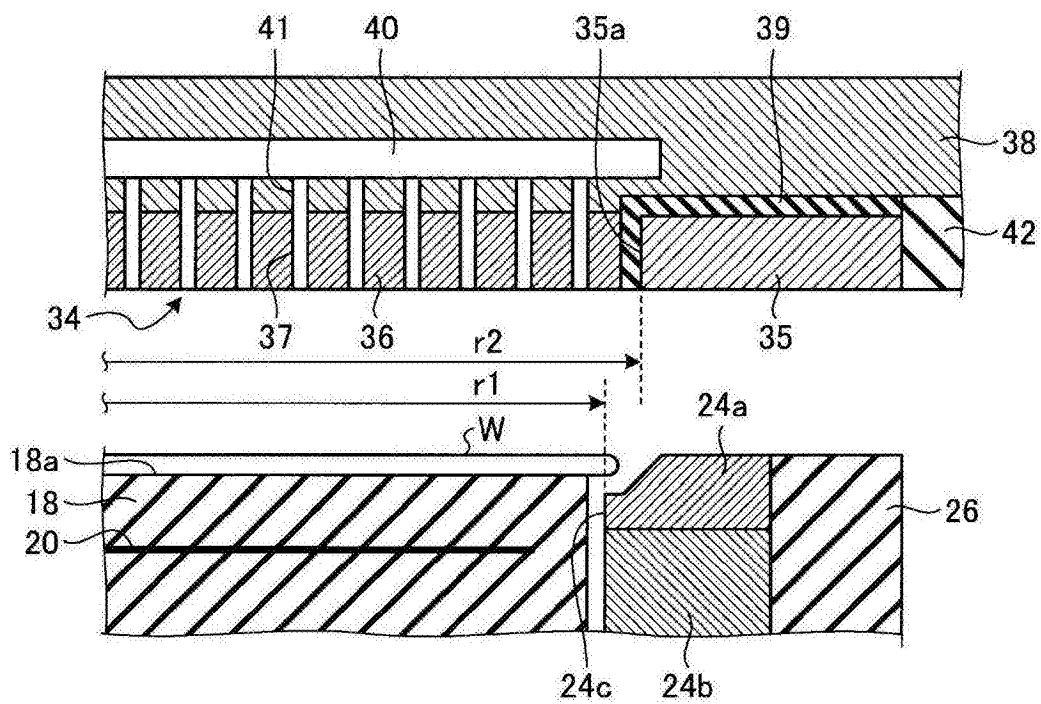


图3

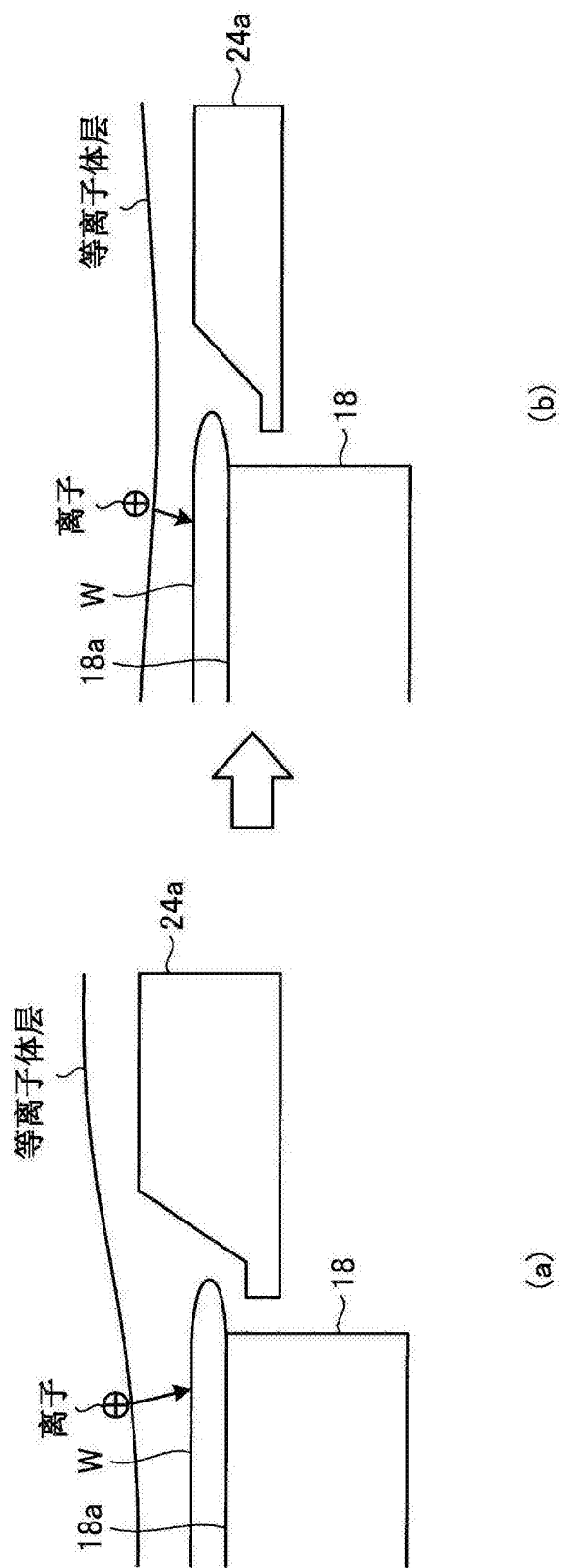


图4

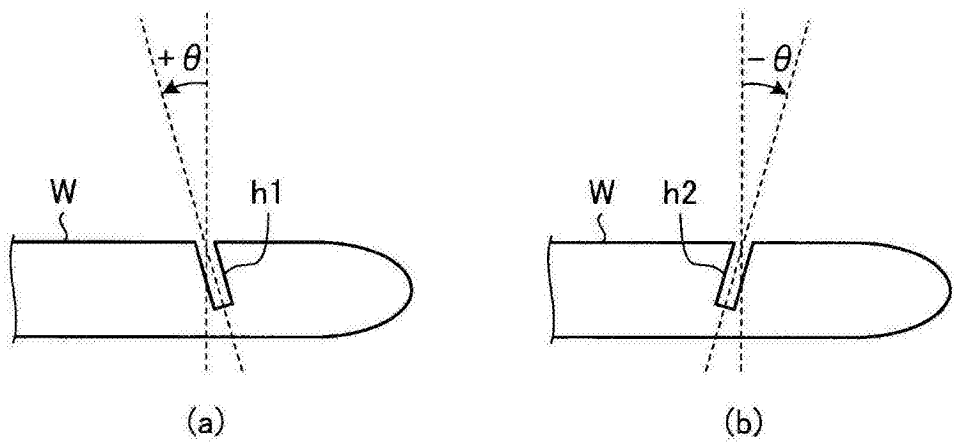


图5

中心DC	边缘DC			
	-150V	-300V	-500V	-900V
-150V	$\theta = 0.57\text{deg}$	-	-	$\theta = 1.14\text{deg}$
-300V	-	$\theta = 0.52\text{deg}$	-	-
-500V	$\theta = 0.53\text{deg}$	-	$\theta = 0.69\text{deg}$	$\theta = 1.04\text{deg}$

图6

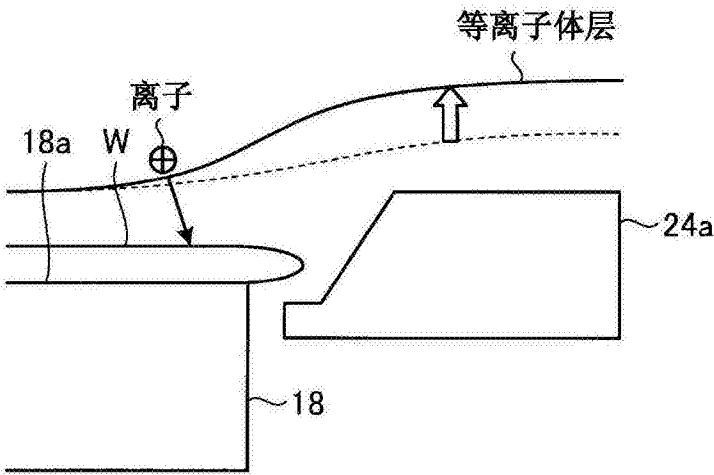


图7

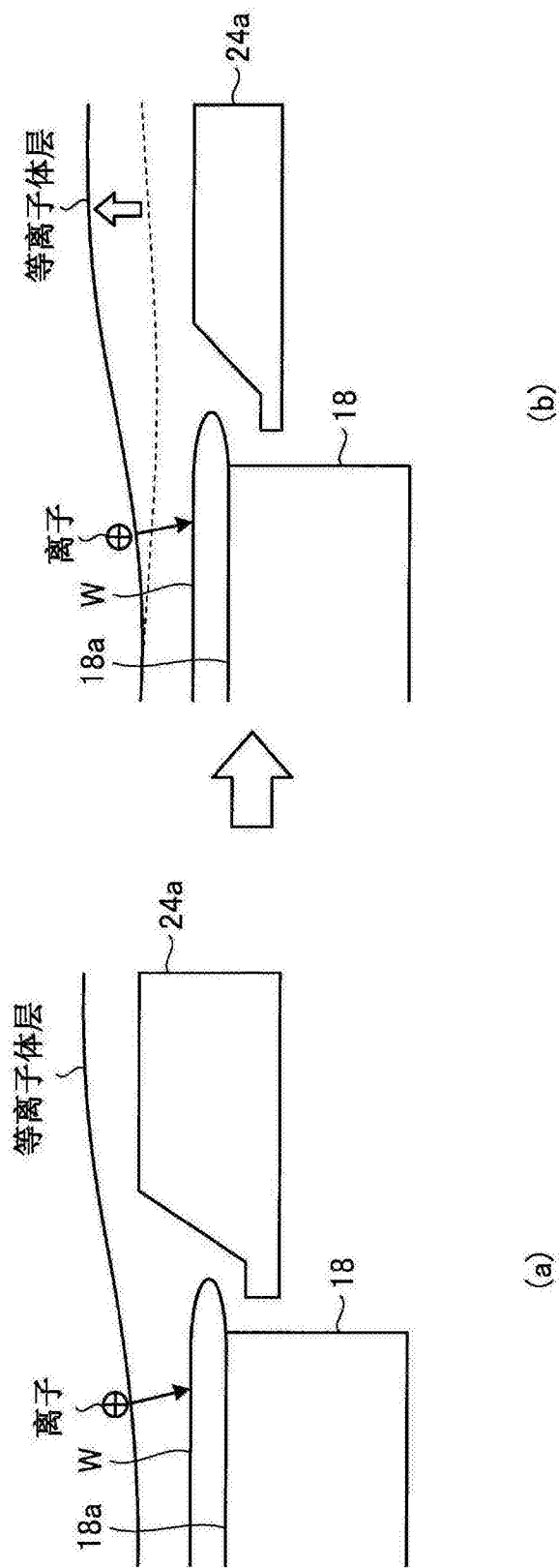


图8

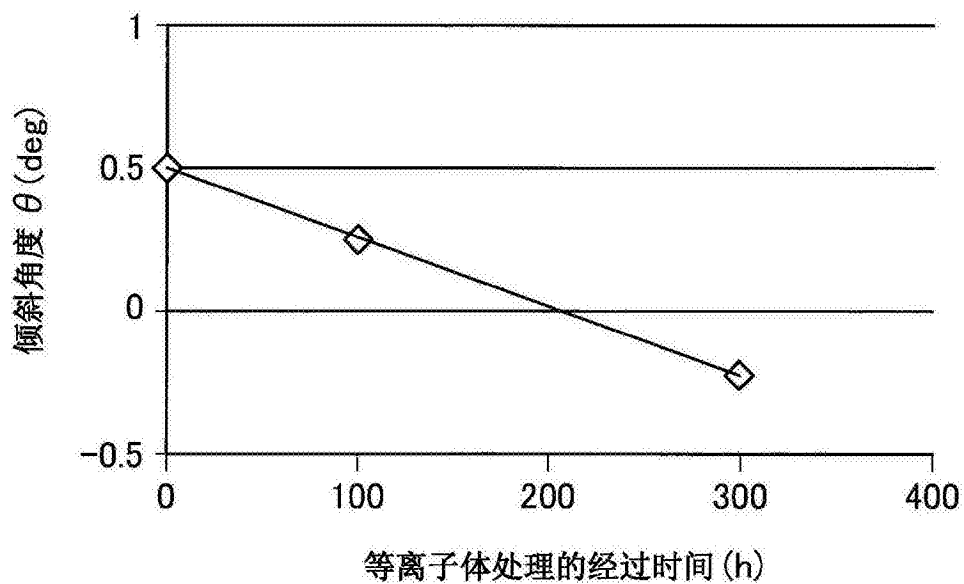


图9

970

971		972	
经过时间(h)		倾斜角度 θ (deg)	
0		0.50	
10		0.48	
20		0.46	
30		0.43	
⋮		⋮	

图10

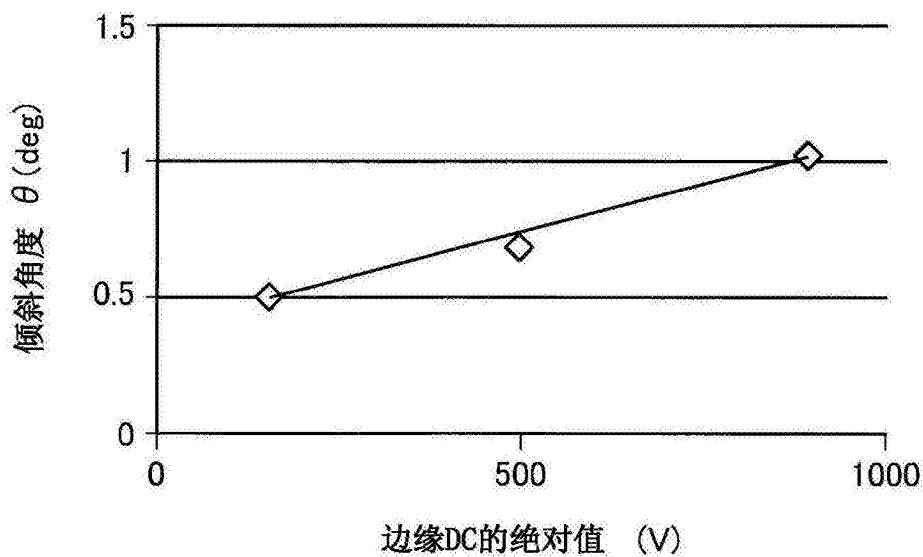


图11

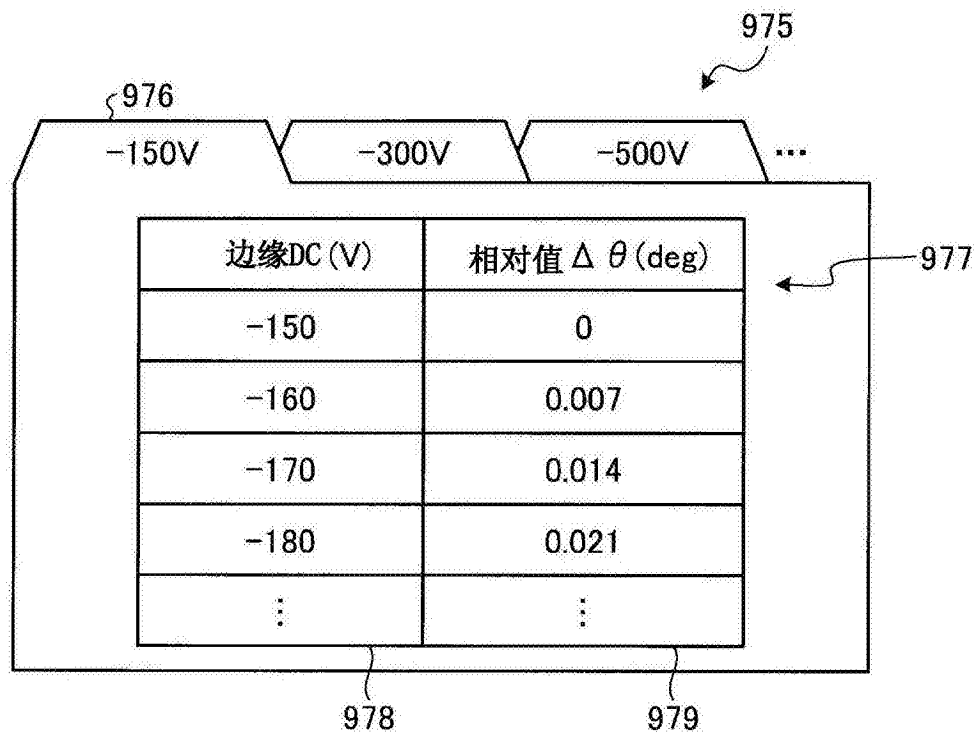


图12

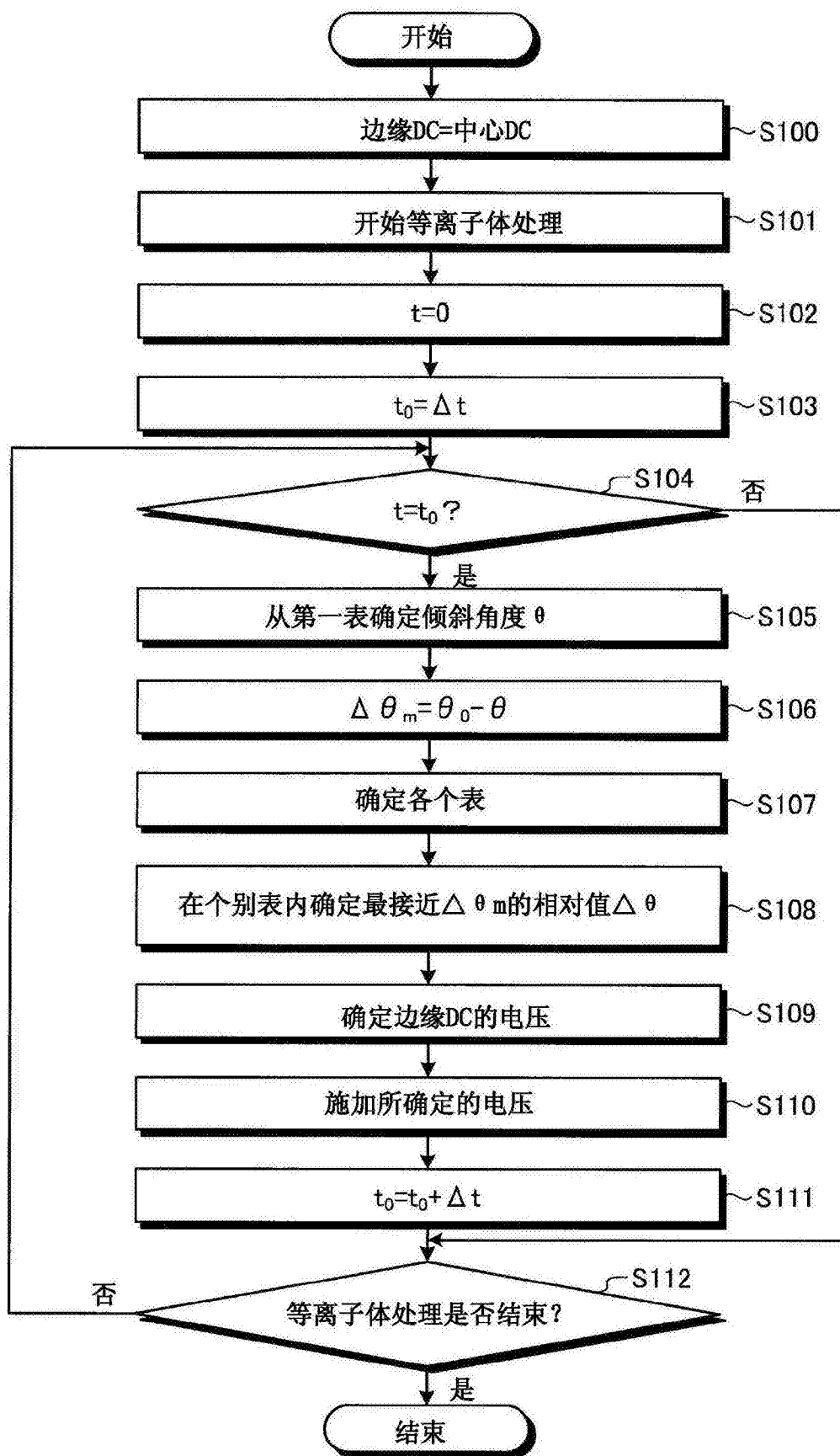


图13