



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104508803 B

(45)授权公告日 2016.12.07

(21)申请号 201380039947.7

(72)发明人 原田彰俊

(22)申请日 2013.08.07

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104508803 A

代理人 龙淳

(43)申请公布日 2015.04.08

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H01L 21/3065(2006.01)

2012-186344 2012.08.27 JP

H05H 1/46(2006.01)

61/695,630 2012.08.31 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.01.27

(56)对比文件

US 2008/0194114 A1, 2008.08.14, 说明书
第[0031]-[0064], [0066]-[0094]段.

CN 1725442 A, 2006.01.25, 全文.

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/071409 2013.08.07

US 2006/0118520 A1, 2006.06.08, 全文.

CN 1787183 A, 2006.06.14, 全文.

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/034396 JA 2014.03.06

审查员 武树杰

(73)专利权人 东京毅力科创株式会社
地址 日本东京都

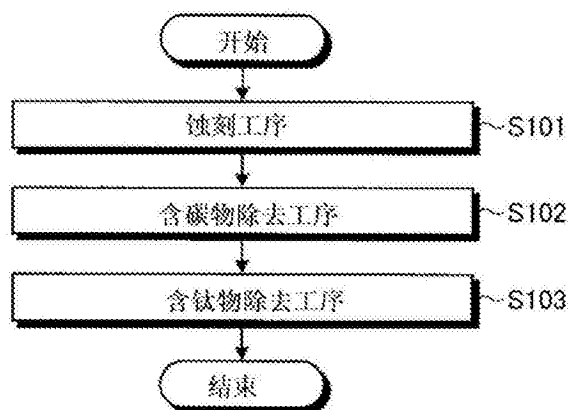
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54)发明名称

等离子体处理方法

(57)摘要

本实施方式的等离子体处理方法,首先实施对等离子体处理空间供给第一含氟气体,使用第一含氟气体的等离子体对被处理基板进行蚀刻的蚀刻工序(S101)。接着,等离子体处理方法实施对等离子体处理空间供给O₂气体,使用O₂气体的等离子体除去蚀刻工序之后附着在表面与等离子体处理空间相对地配置的部件上的含碳物的含碳物除去工序(S102)。接着,等离子体处理方法实施对等离子体处理空间供给含氮气体和第二含氟气体,使用含氮气体和第二含氟气体的等离子体除去蚀刻工序之后附着在部件上的含钛物的含钛物除去工序(S103)。



1. 一种等离子体处理方法,是在等离子体处理空间中在具有绝缘膜和含钛物的掩蔽膜的被处理基板上实施等离子体处理的等离子体处理方法,其特征在于,包括:

第一工序,对所述等离子体处理空间供给第一含氟气体,以所述含钛物的掩蔽膜作为掩模而使用所述第一含氟气体的等离子体对所述绝缘膜进行蚀刻,以使得由所述绝缘膜生成的含碳物和由所述掩蔽膜生成的含钛物附着在所述等离子体处理空间内的部件上;

第二工序,对所述等离子体处理空间供给 O_2 气体,使用所述 O_2 气体的等离子体除去所述含碳物,以使附着在所述部件上的含钛物露出;和

第三工序,在所述第二工序后,对所述等离子体处理空间供给含氮气体和第二含氟气体,使用所述含氮气体和所述第二含氟气体的等离子体,除去附着在所述部件上而露出的含钛物。

2. 如权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述所述第一工序后至少反复实施两次所述第二工序和所述第三工序。

3. 如权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述含氮气体为 N_2 气体和 NF_3 气体的至少一者,所述第二含氟气体为 CF_4 气体、 C_4F_8 气体和 CHF_3 气体中的至少一者。

4. 如权利要求1所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述含钛物是TiN。

5. 一种等离子体处理方法,是在等离子体处理空间中在具有绝缘膜和含钛物的掩蔽膜的被处理基板上实施等离子体处理的等离子体处理方法,其特征在于,包括:

在所述等离子体处理空间准备所述被处理基板的准备工序;

第一工序,对所述等离子体处理空间供给第一含氟气体,以所述含钛物的掩蔽膜作为掩模而使用所述第一含氟气体的等离子体对所述绝缘膜进行蚀刻,以使得由所述绝缘膜生成的含碳物和由所述掩蔽膜生成的含钛物附着在所述等离子体处理空间内的部件上;

第二工序,对所述等离子体处理空间供给含氮气体和第二含氟气体,使用所述含氮气体和所述第二含氟气体的等离子体,除去附着在所述部件上的含钛物;和

第三工序,在所述第二工序之后,对所述等离子体处理空间供给 O_2 气体,使用所述 O_2 气体的等离子体除去所述含碳物第三工序。

6. 如权利要求5所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述含钛物是TiN。

7. 如权利要求5所述的等离子体处理方法,其特征在于:

实施了至少反复实施两次所述第二工序和所述第三工序。

8. 如权利要求5所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述含氮气体为 N_2 气体和 NF_3 气体的至少一者,所述第二含氟气体为 CF_4 气体、 C_4F_8 气体和 CHF_3 气体中的至少一者。

9. 一种等离子体处理方法,是在等离子体处理空间中在具有绝缘膜和含钛物的掩蔽膜的被处理基板上实施等离子体处理的等离子体处理方法,其特征在于,包括:

第一工序,对所述等离子体处理空间供给第一含氟气体,以所述含钛物的掩蔽膜作为掩模而使用所述第一含氟气体的等离子体对所述绝缘膜进行蚀刻,以使得由所述绝缘膜生成的含碳物和由所述掩蔽膜生成的含钛物附着在所述等离子体处理空间内的部件上;

第二工序,在所述第一工序之后对所述等离子体处理空间供给 O_2 气体,使用所述 O_2 气体的等离子体除去所述含碳物,以使附着在所述部件上的含钛物露出;

第三工序,在所述第二工序之后对所述等离子体处理空间供给第二含氟气体,使用所述第二含氟气体的等离子体除去附着在所述部件上而露出的含钛物;和

第四工序,在所述第三工序之后对所述等离子体处理空间供给含氮气体和第三含氟气体,使用所述含氮气体和所述第三含氟气体的等离子体,除去附着在所述部件上的含钛物。

10.如权利要求9所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述含钛物是TiN。

11.如权利要求9所述的等离子体处理方法,其特征在于:

所述含氮气体为 N_2 气体和 NF_3 气体的至少一者,所述第二含氟气体和所述第三含氟气体为 CF_4 气体、 C_4F_8 气体和 CHF_3 气体中的至少一者。

等离子体处理方法

技术领域

[0001] 本发明的各种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] 半导体的制造处理中,广泛使用实施以薄膜的堆积或者蚀刻等为目的的等离子体处理的等离子体处理装置。作为等离子体处理装置能够列举例如进行薄膜的堆积处理的等离子体CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)装置、进行蚀刻处理的等离子体蚀刻装置等。

[0003] 等离子体处理装置例如具有形成等离子体处理空间的处理容器、在处理容器内设置被处理基板的试样台和用于将等离子体反应所需要的处理气体导入处理室内的气体供给系统等。另外,等离子体处理装置包括:为了使处理室内的处理气体等离子体化,供给微波、RF波等电磁能的等离子体生成机构;和用于对试样台施加偏压,使等离子体中的离子朝向设置在试样台上的被处理基板加速的偏压施加机构等。

[0004] 但是,已知有在等离子体处理装置中,对形成有双重镶嵌配线用的绝缘膜的被处理基板进行蚀刻时,在绝缘膜的表面形成具有耐等离子体性的掩蔽膜,使得在绝缘膜上形成蚀刻图案。在这方面,例如专利文献1中公开了,在被处理基板的绝缘膜的表面形成含钛物(例如TiN)的掩蔽膜,将掩蔽膜与等离子体处理空间相对地配置在处理容器内,将掩蔽膜作为掩模对被处理基板进行蚀刻。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2006-216964号公报

发明内容

[0008] 发明想要解决的技术问题

[0009] 但是,在现有技术中,存在被处理基板的蚀刻特性发生时效劣化的问题。即,在现有技术中,在以TiN的掩蔽膜作为掩模对被处理基板进行蚀刻的情况下,蚀刻图案的开口部的绝缘膜的蚀刻的同时掩蔽膜自身被蚀刻。因此,在现有技术中,从被蚀刻的掩蔽膜产生的含钛物等附着物累积地附着在与等离子体处理空间相对的各种部件上,而等离子体处理空间内的等离子体密度发生变动,其结果是,有时被处理基板的蚀刻特性发生时效劣化。特别是,当处理多批的被处理基板时,该时效劣化变得显著。

[0010] 用于解决技术课题的技术方案

[0011] 本发明的一方面的等离子体处理方法为等离子体处理装置中的等离子体处理方法。等离子体处理方法包括第一工序、第二工序和第三工序。第一工序,是对等离子体处理空间供给第一含氟气体,使用所述第一含氟气体的等离子体对在绝缘膜的表面形成有含钛物的掩蔽膜的被处理基板进行蚀刻的工序。第二工序,是对所述等离子体处理空间供给O₂气体,使用所述O₂气体的等离子体除去在所述第一工序之后附着在表面与所述等离子体处

理空间相对地配置的部件上的含碳物的工序。第三工序,是对所述等离子体处理空间供给含氮气体和第二含氟气体,使用所述含氮气体和所述第二含氟气体的等离子体除去所述第一工序之后附着在所述部件上的含钛物的工序。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明的各个方面和实施方式,能够实现能够抑制被处理基板的蚀刻特性的时效劣化的等离子体处理方法和等离子体处理装置。

附图说明

[0014] 图1是表示一实施方式的等离子体处理装置的构成的概略的纵截面图。

[0015] 图2A是表示使用一实施方式的等离子体处理装置进行蚀刻前的晶片的构成例的图。

[0016] 图2B是表示使用一实施方式的等离子体处理装置进行了蚀刻后的晶片的构成例的图。

[0017] 图3A是表示实施了选定有助于含钛物的除去的要素的实验设计法的结果的图。

[0018] 图3B是表示实施了选定有助于含钛物的除去的要素的实验设计法的结果的图。

[0019] 图3C是表示实施了选定有助于含钛物的除去的要素的实验设计法的结果的图。

[0020] 图3D是表示实施了选定有助于含钛物的除去的要素的实验设计法的结果的图。

[0021] 图4是表面与等离子体处理空间相对地配置的各个部件的含钛物的蚀刻量的图。

[0022] 图5A是表示本实施方式的等离子体处理的模型的图。

[0023] 图5B是表示本实施方式的等离子体处理的模型的图。

[0024] 图5C是表示本实施方式的等离子体处理的模型的图。

[0025] 图6是表示第一实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0026] 图7是表示第二实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0027] 图8是表示第三实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0028] 图9是表示第四实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0029] 图10A是用于说明本实施方式的等离子体处理方法的效果的图(其1)。

[0030] 图10B是用于说明本实施方式的等离子体处理方法的效果的图(其1)。

[0031] 图11是用于说明本实施方式的等离子体处理方法的效果的图(其2)。

具体实施方式

[0032] 以下,参照附图对各种的实施方式进行说明。此外,在各附图中,对相同或者相当的部分标注相同的附图标记。

[0033] 等离子体处理方法包括:第一工序,对等离子体处理空间供给第一含氟气体,使用第一含氟气体的等离子体对在绝缘膜的表面形成有含钛物的掩蔽膜的被处理基板进行蚀刻;第二工序,对等离子体处理空间供给 O_2 气体,使用 O_2 气体的等离子体除去在第一工序之后附着在表面与等离子体处理空间相对地配置的部件上的含碳物;和第三工序,对等离子体处理空间供给含氮气体和第二含氟气体,使用含氮气体和第二含氟气体的等离子体除去在第一工序之后附着在部件上的含钛物的第三工序。

[0034] 等离子体处理方法,在一个实施方式中,在第二工序与第三工序之间还包括第四

工序,该第四工序是对等离子体处理空间供给第三含氟气体,使用第三含氟气体的等离子体除去在第一工序之后附着在部件上的含钛物的工序。

[0035] 等离子体处理方法,在一个实施方式中,等离子体处理装置在实施了第一工序后至少反复实施两次第二工序和第三工序。

[0036] 等离子体处理方法,在一个实施方式中,含氮气体为 N_2 气体或者 NF_3 气体,第二含氟气体为 CF_4 气体、 C_4F_8 气体或者 CHF_3 气体。

[0037] 等离子体处理装置,在一个实施方式中,包括:处理容器,其形成配置被处理基板的等离子体处理空间,该被处理基板在绝缘膜的表面形成有含钛物的掩蔽膜;第一气体供给部,其对等离子体处理空间供给第一含氟气体;第二气体供给部,其对等离子体处理空间供给 O_2 气体;第三气体供给部,其对等离子体处理空间供给含氮气体和第二含氟气体;和控制部,该控制部实施:第一工序,从第一气体供给部对等离子体处理空间供给第一含氟气体,使用第一含氟气体的等离子体对被处理基板进行蚀刻;第二工序,从第二气体供给部对等离子体处理空间供给 O_2 气体,使用 O_2 气体的等离子体除去在第一工序之后附着在表面与等离子体处理空间相对地配置的部件上的含碳物;和第三工序,从第三气体供给部对等离子体处理空间含氮气体和第二含氟气体,使用含氮气体和第二含氟气体的等离子体除去在第一工序之后附着在部件上的含钛物。

[0038] 图1是表示一实施方式的等离子体处理装置的构成的概略的纵截面图。如图1所示,等离子体处理装置1具有形成用于进行等离子体处理的等离子体处理空间S的大致圆筒状的处理容器11。处理容器11通过接地线12电连接而接地。另外,处理容器11的表面与等离子体处理空间S相对。即,处理容器11设置成表面与等离子体处理空间S相对。

[0039] 处理容器11内设置有保持作为被处理基板的晶片W的晶片吸盘10。由晶片吸盘10保持的晶片W配置成后述的晶片W的掩蔽膜D2与等离子体处理空间S相对。晶片吸盘10由以其下表面为下部电极的基座13支承。基座13例如由铝等金属形成为大致圆盘状。在处理容器11的底部隔着绝缘板14设置有支承台15,基座13支承在该支承台15的上表面。在晶片吸盘10的内部设置有电极(未图示),能够利用通过对该电极施加直流电压而产生的静电力吸附保持晶片W。

[0040] 在基座13的上表面且晶片吸盘10的外周部设置有用以提高等离子体处理的均匀性的、例如由硅形成的导电性的聚焦环20。基座13、支承台15和聚焦环20被例如由石英形成的圆筒部件21覆盖外侧面。另外,聚焦环20的表面与等离子体处理空间S相对。即,聚焦环20设置成表面与等离子体处理空间S表面相对。

[0041] 在支承台15的内部例如圆环状地设置有制冷剂流动的制冷剂路径15a,通过控制该制冷剂路径15a供给的制冷剂的温度,能够控制由晶片吸盘10保持的晶片W的温度。另外,在晶片吸盘10与由该晶片吸盘10保持的晶片W之间供给作为传热气体的例如氦气体的传热气管22例如设置成贯通基座13、支承台15和绝缘板14。

[0042] 基座13经由第一匹配器31与用于对该基座13供给高频电力生成等离子体的第一高频电源30电连接。第一高频电源30构成为输出例如27~100MHz的频率的高频电力,在本实施方式中为例如40MHz的高频电力。第一匹配器31是使第一高频电源30的内部阻抗和负载阻抗匹配的部件,发挥作用使得在处理容器11内生成等离子体时,第一高频电源30的内部阻抗和负载阻抗表观上一致。

[0043] 另外,基座13经由第二匹配器41与用于对该基座13供给高频电力来对晶片W施加偏压而向晶片W引入离子的第二高频电源40电连接。第二高频电源40构成为输出比从第一高频电源30输出的高频电力的频率低的频率的例如400kHz~13.56MHz的频率的高频电力,本实施方式中为例如13.56MHz的高频电力。第二匹配器41与第一匹配器31同样,是使第二高频电源40的内部阻抗和负载阻抗匹配的部件。此外,以下,将从第一高频电源30输出的高频电力和从第二高频电源40输出的高频电力分别称为“高频电力HF”和“高频电力LF”。

[0044] 这些第一高频电源30、第一匹配器31、第二高频电源40、第二匹配器41与后述的控制部150连接,它们的动作由控制部150控制。

[0045] 在作为下部电极的基座13的上方,与基座13相对地平行设置有上部电极42。上部电极42经由导电性的支承部件50支承于处理容器11的上部。所以,上部电极42与处理容器11同样成为接地电位。

[0046] 上部电极42包括:形成与被晶片吸盘10保持的晶片W相对的相对面的电极板51;和从上方支承该电极板51的电极支承体52。在电极板51中以贯通电极板51的方式形成有对处理容器11的内部供给处理气体的多个气体供给口53。电极板51例如由焦耳热少的低电阻的导电体或者半导体构成,在本实施方式中例如使用硅。另外,电极板51的与晶片W相对的表面与等离子体处理空间S相对。即,电极板51设置成表面与等离子体处理空间S相对。

[0047] 电极支承体52由导电体构成,在本实施方式中例如使用铝。在电极支承体52内部的中央部设置有形成为大致圆盘状的气体扩散室54。另外,在电极支承体52的下部形成多个从气体扩散室54向下方延伸的气体孔55,气体供给口53经由该气体孔55与气体扩散室54连接。

[0048] 在气体扩散室54连接有气体供给管71。如图1所示,在气体供给管71连接有处理气体供给源72,从处理气体供给源72供给的处理气体经由气体供给管71供给到气体扩散室54。供给到气体扩散室54的处理气体通过气体孔55和气体供给口53导入处理容器11内。即,上部电极42作为对处理容器11内供给处理气体的喷淋头起作用。

[0049] 本实施方式中的处理气体供给源72包括气体供给部72a、气体供给部72b、气体供给部72c和气体供给部72d。气体供给部72a将作为蚀刻处理用的气体的第一含氟气体供给到等离子体处理空间S。第一含氟气体例如为 C_4F_8 气体。气体供给部72a是将第一含氟气体供给到等离子体处理空间S的第一气体供给部的一个例子。

[0050] 气体供给部72b将作为蚀刻处理之后的附着物除去处理用的气体的 O_2 气体供给到等离子体处理空间S。气体供给部72b是将 O_2 气体供给到等离子体处理空间S的第二气体供给部的一个例子。

[0051] 气体供给部72c将作为蚀刻处理之后的附着物除去处理用的气体的含氮气体供给至等离子体处理空间S。含氮气体例如为 N_2 气体或者 NF_3 气体。另外,气体供给部72d将作为蚀刻处理之后的附着物除去处理用的气体的第二含氟气体供给至等离子体处理空间S。第二含氟气体例如为 CF_4 气体、 C_4F_8 气体或者 CHF_3 气体。上述气体供给部72c和气体供给部72d是将含氮气体和第二含氟气体供给至等离子体处理空间S的第三气体供给部的一个例子。

[0052] 另外,气体供给部72d也能够将作为蚀刻处理之后的附着物除去处理用的气体的第三含氟气体供给至等离子体处理空间S。第三含氟气体例如为 CHF_3 气体。

[0053] 另外,处理气体供给源72包括分别设置在各气体供给部72a、72b、72c、72d与气体

扩散室54之间的阀门73a、73b、73c、73d和流量调整机构74a、74b、74c、74d。向气体扩散室54供给的气体的流量由流量调整机构74a、74b、74c、74d控制。

[0054] 在处理容器11的底部,由处理容器11的内壁和圆筒部件21的外侧面形成有作为用于将处理容器11内的气体向该处理容器11的外部排出的流路起作用的排气流路80。在处理容器11的底面设置有排气口90。在排气口90的下方形形成有排气室91,该排气室91经由排气管92与排气装置93连接。所以,通过驱动排气装置93,经由排气流路80和排气口90对处理容器11内的气体进行排气,能够将处理容器内减压至规定的真空度。

[0055] 另外,在等离子体处理装置1设置有控制部150。控制部150例如为计算机,具有存储器等作为存储装置的程序收纳部(未图示)。在程序收纳部中还收纳有用于控制各电源30、40、各匹配器31、41和流量调整机构74等而使等离子体处理装置1动作的程序。例如,控制部150进行从气体供给部72a将第一含氟气体供给至等离子体处理空间S,使用第一含氟气体的等离子体对晶片W进行蚀刻的控制。另外,例如,控制部150进行如下控制:从气体供给部72b对等离子体处理空间S供给O₂气体,使用O₂气体的等离子体除出在晶片W的蚀刻后附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件(例如处理容器11、电极板51和聚焦环20等)上的含碳物。另外,例如,控制部150进行如下控制:分别从气体供给部72c和气体供给部72d对等离子体处理空间S供给含氮气体和第二含氟气体,使用含氮气体和第二含氟气体的等离子体除出在晶片W的蚀刻后附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件上。

[0056] 此外,上述的程序可以记录在例如计算机可读的硬盘(HD)、软盘(FD)、光盘(CD)、磁光盘(MO)、存储卡等计算机可读的存储介质中,也可以从上述存储介质安装于控制部150。

[0057] 接着,对使用等离子体处理装置1蚀刻的晶片W的构成例进行说明。图2A是表示使用一实施方式的等离子体处理装置蚀刻前的晶片的构成例的图。图2B是使用一实施方式的等离子体处理装置蚀刻后的晶片的构成例的图。如图2A所示,晶片W具有绝缘膜D1和形成于绝缘膜D1的表面的掩蔽膜D2。绝缘膜D1是双重镶嵌配线用的层间绝缘膜,具有第一绝缘膜D11、第二绝缘膜D12和第三绝缘膜D13。第一绝缘膜D11例如由SiON形成。第二绝缘膜D12由相对介电常数在规定值(例如4.2)以下的低介电常数物质形成。第二绝缘膜D12例如由SiOCH形成。第三绝缘膜D13例如由SiCN形成。

[0058] 形成有规定的具有开口部的蚀刻图案的掩蔽膜D2由具有耐等离子体性的含钛物形成。掩蔽膜D2例如由TiN形成。在绝缘膜D1的表面形成有含钛物的掩蔽膜D2的晶片W配置成掩蔽膜D2与等离子体处理空间S相对。

[0059] 但是,如上所述,等离子体处理装置1中,在绝缘膜D1的表面形成有含钛物(例如TiN等)的掩蔽膜D2的晶片W配置成掩蔽膜D2与等离子体处理空间S相对。等离子体处理装置1中,在以TiN的掩蔽膜D2(以下适当称为“TiN膜”)为掩模对晶片W进行蚀刻的情况下,利用等离子体将蚀刻图案的开口部(掩蔽膜D2的开口部)暴露在等离子体中,例如如图2B所示,绝缘膜D1(第一绝缘膜D11和第二绝缘膜D12)被蚀刻。此时,除了绝缘膜D1之外,如图2B的虚线部所示,TiN膜自身被蚀刻。TiN膜自身被蚀刻时,除了从绝缘膜D1产生的含碳物之外,从TiN膜产生的含钛物附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件(例如处理容器11、电极板51和聚焦环20等)上。在表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件积累地附着有含钛物时,等离子体处理空间S内的等离子体密度发生变动,其结果是有时晶片W的蚀

刻特性发生时效劣化。

[0060] 基于这些方面,本发明人关于有效地除去在晶片W的蚀刻后附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件上的含钛物的方法进行了深刻研究。其结果是,本发明人发现通过使用 O_2 气体的等离子体除去含碳物,并且使用含氮气体和含氟气体的等离子体除去含钛物,而能够将含钛物有效地除去的方法。以下针对该方法进行说明。此外,在以下的说明中,作为表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件的一个例子列举上部电极42的电极板51进行说明,但是不限于此。本实施方式,当采用表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件时,也能够同样应用于处理容器11和聚焦环20等其它的部件。

[0061] 图3A~图3D是表示实施了选择有助于含钛物的除去的要素的实验设计法的结果的图。在此,表示实施了一边改变多个参数一边对作为对上部电极42附着的含钛物的一个例子的形成有TiN膜的晶片W进行蚀刻的实验设计法的结果。图3A~图3D中,横轴表示实施了实验设计法的情况下的、有助于含钛物的除去的各参数的值。另外,图3A、图3C中,纵轴表示从第一高频电源30输出高频电力HF时的晶片W的 $V_{pp}(V)$ (峰峰值)。另外,图3B、图3D中,纵轴表示从第二高频电源40输出高频电力LF时的晶片W的 $V_{pp}(V)$ 。此外, V_{pp} 是晶片W的表面中的高频电力的电压值的最大值与最小值的差。可知该 V_{pp} 与由高频电力决定的等离子体密度有关,该 $V_{pp}(V)$ 的变动可以说是等离子体密度的变动。

[0062] 如图3A的框102和图3B的框104所示,改变了向等离子体处理空间供给的 N_2 气体的流量的情况下的 V_{pp} 的斜率,比改变了其它的参数的情况下的 V_{pp} 的斜率大。这被认为是因为 N_2 气体的等离子体有助于除去形成在晶片W上的TiN膜。

[0063] 另一方面,如图3C的框106和图3D的框108所示,改变了向等离子体处理空间供给的 CF_4 气体或者 C_4F_8 气体的流量的情况下的 V_{pp} 的斜率,比改变了其它参数的情况下的 V_{pp} 的斜率大。这被认为是因为 CF_4 气体或者 C_4F_8 气体的等离子体有助于除去形成在晶片W上的TiN膜。根据这些实验设计法的结果,选择 N_2 气体等含氮气体和 CF_4 气体或者 C_4F_8 气体等含氟气体,作为最有助于含钛物的除去的要素。

[0064] 接着,说明使用含氮气体和含氟气体的等离子体对在晶片W的蚀刻后附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件上的含钛物进行了蚀刻情况下的每个部件的含钛物的蚀刻量。图4表示表面与等离子体处理空间相对地配置的各个部件的含钛物的蚀刻量的图。在此,表示将对在晶片W的蚀刻后附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的部件上的含钛物进行了模拟的矩形的TiN芯片($20mm \times 20mm$)配置在各部件上,测量了TiN芯片的蚀刻量的结果。图4中,纵轴表示TiN芯片的蚀刻量[nm]。另外,图4中,横轴表示配置了TiN芯片的各部件上的位置。

[0065] 图4中,图形202表示使用 O_2 气体的等离子体对配置在电极板51的中央部的TiN芯片(以下称为“电极板中央部芯片”)进行了蚀刻的情况下的电极板中央部芯片的蚀刻量。另外,图形204表示在使用 O_2 气体实施了等离子体的蚀刻后使用 CHF_3 气体的等离子体对电极板中央部芯片进行了蚀刻的情况下的电极板中央部芯片的蚀刻量。另外,图形206表示使用 CHF_3 气体的等离子体实施了蚀刻后使用 N_2 气体和 C_4F_8 气体的等离子体对电极板中央部芯片进行了蚀刻的情况下的电极板中央部芯片的蚀刻量。

[0066] 另外,图4中,图形212表示使用 O_2 气体的等离子体对配置在电极板51的周缘部的TiN芯片(以下称为“电极板周缘部芯片”)进行了蚀刻的情况下的TiN芯片的蚀刻量。另外,

图形214表示在使用 O_2 气体实施了等离子体的蚀刻后使用 CHF_3 气体的等离子体对电极板周缘部芯片进行了蚀刻的情况下的电极板周缘部芯片的蚀刻量。另外,图形216表示在使用 CHF_3 气体的等离子体实施了蚀刻后使用 N_2 气体和 C_4F_8 气体的等离子体对电极板周缘部芯片进行了蚀刻的情况下的电极板周缘部芯片的蚀刻量。

[0067] 另外,图4中,图形222表示使用 O_2 气体的等离子体对配置在聚焦环20的TiN芯片(以下称为“聚焦环芯片”)进行了蚀刻的情况下的聚焦环芯片的蚀刻量。另外,图形224表示在使用 O_2 气体的等离子体实施了蚀刻后使用 CHF_3 气体的等离子体对聚焦环芯片进行了蚀刻的情况下的聚焦环芯片的蚀刻量。另外,图形226表示在使用 CHF_3 气体的等离子体实施了蚀刻后使用 N_2 气体和 C_4F_8 气体的等离子体对聚焦环芯片进行了蚀刻的情况下的聚焦环芯片的蚀刻量。

[0068] 当比较图形202、图形204、206时,使用 N_2 气体和 C_4F_8 气体的等离子体对电极板中央部芯片进行了蚀刻的情况下的电极板中央部芯片的蚀刻量最大。另外,当比较图形212、图形214、216时,使用 N_2 气体和 C_4F_8 气体的等离子体对电极板周缘部芯片进行了蚀刻的情况下的图形216的电极板周缘部芯片的蚀刻量最大。另外,当比较图形222、图形224、226时,使用 N_2 气体和 C_4F_8 气体的等离子体对聚焦环芯片进行了蚀刻的情况下的聚焦环芯片的蚀刻量最大。这被认为是因为,附着在电极板51或者聚焦环20上的含钛物与 N_2 气体和 C_4F_8 气体的等离子体发生化学反应,产生 $Ti(NF_3)$ 等的配位化合物气体,结果是附着在电极板51或者聚焦环20上的含钛物被除去。

[0069] 接着,说明本实施方式的等离子体处理的模型。图5A~图5C是表示本实施方式的等离子体处理的模型的图。图5A~图5C中,分子模型组510表示在晶片W被蚀刻后附着在电极板51上的含碳物中所包含的碳的模型。另外,图5A~图5C中,分子模型组520表示晶片W被蚀刻后附着在电极板51上的含钛物(例如 TiF_4 、TiN、 TiO_2 和Ti等)中所包含的钛的模型。另外,图5A~图5C中,分子模型组530表示晶片W被蚀刻后附着在电极板51上的含钛物(例如 TiF_4 等)所包含的氟的模型。另外,图5A~图5C中,分子模型组540表示晶片W被蚀刻后附着在电极板51上的含钛物(例如TiN等)中所包含的氮的模型。另外,图5B中,分子模型组550表示氧的模型。

[0070] 本实施方式的等离子体处理,首先,实施将第一含氟气体(例如 C_4F_8 气体)供给至等离子体处理空间S,使用第一含氟气体的等离子体对晶片W进行蚀刻的第一工序。由此,如图5A所示,在电极板51的表面附着由被蚀刻的晶片W的绝缘膜产生的含碳物(分子模型组510),并且附着由被蚀刻的晶片W的掩蔽膜产生的含钛物(分子模型组520、分子模型组530和分子模型组540)。因此,第一工序能够称为“蚀刻工序”。

[0071] 本实施方式的等离子体处理,实施将 O_2 气体供给到等离子体处理空间S,使用 O_2 气体的等离子体除去在上述第一工序之后附着在电极板51上的含碳物的第二工序。由此,如图5B所示,电极板51的表面中的含碳物和 O_2 气体的等离子体发生化学反应而成为CO、 CO_2 ,从电极板51的表面除去含碳物,电极板51的表面中的含钛物露出。因此,第二工序能够称为“含碳物除去工序”。

[0072] 本实施方式的等离子体处理,实施将含氮气体(例如 N_2 气体或者 NF_3 气体)和第二含氟气体(例如 CF_4 气体、 C_4F_8 气体或者 CHF_3 气体)供给到等离子体处理空间S,使用含氮气体和第二含氟气体的等离子体除去在上述第一工序之后附着在电极板51上的含钛物的第三工

序。由此,如图5C所示,电极板51的表面中的含钛物与含氮气体和第二含氟气体的等离子体发生化学反应而产生 $Ti(NF_3)$ 等的配位化合物气体,从电极板51的表面除去含钛物。因此,第三工序能够称为“含钛物除去工序”。

[0073] 如上所述,本实施方式的等离子体处理和等离子体处理装置1在第一工序中供给第一含氟气体,使用第一含氟气体对晶片W进行蚀刻的。然后,本实施方式的等离子体处理和等离子体处理装置1在第二工序中将 O_2 气体供给到等离子体处理空间S,使用 O_2 气体的等离子体除去在第一工序之后附着在电极板51上的含碳物,由此使电极板51的表面中的含钛物露出。然后,本实施方式的等离子体处理和等离子体处理装置1在第三工序中将含氮气体和第二含氟气体供给到等离子体处理空间S,使用含氮气体和第二含氟气体的等离子体除去在第一工序之后附着在电极板51上的含钛物,由此产生 $Ti(NF_3)$ 等的配位化合物气体。因此,根据本实施方式,蚀刻时从晶片W产生的含钛物等附着物附着在与等离子体处理空间相对的各种部件上的情况下,也能够从各种部件除去附着物,所以能够抑制等离子体处理空间内的等离子体密度的变动。其结果是,根据本实施方式,能够抑制晶片W的蚀刻特性的时效劣化。

[0074] 接着,对等离子体处理的实施例进行说明。图6是表示第一实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0075] 首先,第一实施例的等离子体处理中,实施蚀刻工序(步骤S101)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74a来将第一含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使第一含氟气体等离子体化,使用第一含氟气体的等离子体对晶片W进行蚀刻。

[0076] 接着,在第一实施例的等离子体处理中,实施含碳物除去工序(步骤S102)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74b,将 O_2 气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使 O_2 气体等离子体化,使用 O_2 气体的等离子体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含碳物。

[0077] 接着,第一实施例的等离子体处理中,实施含钛物除去工序(步骤S103)。具体而言,控制部150分别控制流量调整机构74c和流量调整机构74d,将含氮气体和第二含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使含氮气体和第二含氟气体等离子体化,使用含氮气体和第二含氟气体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51的含钛物。

[0078] 根据第一实施例的等离子体处理,能够通过进行蚀刻工序对晶片W进行蚀刻,之后通过进行含碳物除去工序将附着在电极板51上的含碳物除去而使含钛物露出,之后通过进行含钛物除去工序而将含钛物作为 $Ti(NF_3)$ 等的配位化合物气体除去。因此,在蚀刻时从晶片W产生的含钛物等附着物附着在电极板51上的情况下,也能够有效地除去附着物中的含钛物,因此能够抑制等离子体处理空间内的等离子体密度的变动。其结果是,能够抑制晶片W的蚀刻特性的时效变动。

[0079] 接着,对第二实施例的等离子体处理进行说明。图7是表示第二实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0080] 首先,第二实施例的等离子体处理中,实施蚀刻工序(步骤S201)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74a,将第一含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150

控制第一高频电源30和第二高频电源40,使第一含氟气体等离子体化,使用第一含氟气体的等离子体对晶片W进行蚀刻。

[0081] 接着,第二实施例的等离子体处理中,实施含钛物除去工序(步骤S202)。具体而言,控制部150分别控制流量调整机构74c和流量调整机构74d,将含氮气体和第二含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使含氮气体和第二含氟气体等离子体化,使用含氮气体和第二含氟气体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含钛物。

[0082] 接着,第二实施例的等离子体处理中,实施含碳物除去工序(步骤S203)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74b,将O₂气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使O₂气体等离子体化,使用O₂气体的等离子体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含碳物。

[0083] 根据第二实施例的等离子体处理,能够通过进行蚀刻工序对晶片W进行蚀刻,之后通过进行含钛物除去工序而将附着在电极板51上的含钛物作为Ti(NF₃)等的配位化合物气体除去,来使含碳物露出,之后通过进行含碳物除去工序而除去含碳物。因此,在蚀刻时从晶片W产生的含钛物等附着物附着在电极板51上的情况下,也能够有效地除去附着物中的含钛物,因此能够抑制等离子体处理空间内的等离子体密度的变动。其结果是,能够抑制晶片W的蚀刻特性的时效变动。

[0084] 接着,对第三实施例的等离子体处理进行说明。图8是表示第三实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0085] 首先,第三实施例的等离子体处理中,实施蚀刻工序(步骤S301)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74a,将第一含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使第一含氟气体等离子体化,使用第一含氟气体的等离子体对晶片W进行蚀刻。

[0086] 接着,第三实施例的等离子体处理中,实施第一含碳物除去工序(步骤S302)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74b,将O₂气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使O₂气体等离子体化,使用O₂气体的等离子体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含碳物。

[0087] 接着,第三实施例的等离子体处理中,实施第一含钛物除去工序(步骤S303)。具体而言,控制部150分别控制流量调整机构74c和流量调整机构74d,将含氮气体和第二含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使含氮气体和第二含氟气体等离子体化,使用含氮气体和第二含氟气体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含钛物。

[0088] 接着,第三实施例的等离子体处理中,实施第二含碳物除去工序(步骤S304)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74b,将O₂气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使O₂气体等离子体化,使用O₂气体的等离子体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含碳物。

[0089] 接着,第三实施例的等离子体处理中,实施第二含钛物除去工序(步骤S305)。具体而言,控制部150分别控制流量调整机构74c和流量调整机构74d,将含氮气体和第二含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使

含氮气体和第二含氟气体等离子体化,使用含氮气体和第二含氟气体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含钛物。

[0090] 根据第三实施例的等离子体处理,与第一实施例同样,能够通过进行蚀刻工序对晶片W进行蚀刻,之后通过进行含碳物除去工序除去附着在电极板51上的含碳物而使含钛物露出,之后通过含钛物除去工序将含钛物作为 $Ti(NF_3)$ 等的配位化合物气体除去。因此,在蚀刻时从晶片W产生的含钛物等附着物附着在电极板51上的情况下,能够有效地除去附着物中的含钛物,因此能够抑制等离子体处理空间内的等离子体密度的变动。其结果是能够抑制晶片W的蚀刻特性的时效变动。另外,根据第三实施例的等离子体处理,在实施蚀刻工序后反复实施两次包括含碳物除去工序和含钛物除去工序的一套工序,因此能够更有效地除去附着在电极板51上的附着物。此外,在第三实施例中,表示在实施蚀刻工序后通过反复实施两次包括含碳物除去工序和含钛物除去工序的一套工序的例子,但是也可以在实施了蚀刻工序后反复实施两次包括含碳物除去工序和含钛物除去工序的一套工序。

[0091] 接着,对第四实施例的等离子体处理进行说明。图9是表示第四实施例的等离子体处理的流程图的图。

[0092] 首先,在第四实施例的等离子体处理中,实施蚀刻工序(步骤S401)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74a,将第一含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使第一含氟气体等离子体化,使用第一含氟气体的等离子体对晶片W进行蚀刻。

[0093] 接着,在第四实施例的等离子体处理中,实施含碳物除去工序(步骤S401)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74b,将 O_2 气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使 O_2 气体等离子体化,使用 O_2 气体的等离子体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含碳物。

[0094] 接着,在第四实施例的等离子体处理中,实施使用 CHF_3 气体的含钛物除去工序(步骤S403)。具体而言,控制部150控制流量调整机构74d等,将作为第三含氟气体的 CHF_3 气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使 CHF_3 气体等离子体化,使用 CHF_3 气体的等离子体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含钛物。

[0095] 接着,在第四实施例的等离子体处理中,实施含钛物除去工序(步骤S404)。具体而言,控制部150分别控制流量调整机构74c和流量调整机构74d,将含氮气体和第二含氟气体供给到等离子体处理空间S。然后,控制部150控制第一高频电源30和第二高频电源40,使含氮气体和第二含氟气体等离子体化,使用含氮气体和第二含氟气体除去附着在表面与等离子体处理空间S相对地配置的电极板51上的含钛物。

[0096] 根据第四实施例的等离子体处理,与第一实施例同样,能够通过进行蚀刻工序对晶片W进行蚀刻,之后通过进行含碳物除去工序除去附着在电极板51上的含碳物而使含钛物露出,之后通过含钛物除去工序而将含钛物作为 $Ti(NF_3)$ 等的配位化合物气体除去。因此,在蚀刻时从晶片W产生的含钛物等附着物附着在电极板51上的情况下,也能够有效地除去附着物中的含钛物,因此能够抑制等离子体处理空间内的等离子体密度的变动。其结果是,能够抑制晶片W的蚀刻特性的时效变动。另外,根据第四实施例的等离子体处理,在含碳物除去工序与含钛物除去工序之间将作为第三含氟气体的 CHF_3 气体供给到等离子体处理

空间,使用 CHF_3 气体的等离子体除去附着在电极板51上的含钛物,由此能够有效地除去附着在电极板51上的附着物。

[0097] 接着,对本实施方式的等离子体处理方法的效果进行说明。图10A和图10B是用于说明本实施方式的等离子体处理方法的效果的图(其1)。图10A和图10B是表示通过等离子体处理装置1对晶片W进行了等离子体处理的情况下的效果的图。在图10A和图10B中,横轴表示通过等离子体处理装置1对晶片W进行了等离子体处理的时间(sec),纵轴表示晶片W的 $V_{pp}(V)$ 。此外, V_{pp} 是晶片W的表面中的高频电力的电压值的最大值与最小值的差。可知该 V_{pp} 与由高频电力决定的等离子体密度有关,该 $V_{pp}(V)$ 的变动可以说是等离子体密度的变动。

[0098] 另外,图10A是表示不使用本实施方式的等离子体处理方法而对晶片W实施了使用 O_2 气体的等离子体的干洗(DC:Dry Cleaning)处理的情况下的、DC处理时的每批编号的晶片W的 V_{pp} 和时间的关系的图形。即,在图10A中,图形602表示对批编号“1”的25个晶片W进行双重镶嵌配线用的槽的蚀刻(参照图2),之后进行了DC处理时的 V_{pp} 和时间的关系。图形604表示批编号“2”的25个晶片W处理后(包含批编号“1”的累计50个晶片W处理后)的DC处理中的 V_{pp} 和时间的关系。另外,图形606表示批编号“3”的25个晶片W处理后(包含批编号“1”和“2”的累计75个晶片W处理后)的DC处理中的 V_{pp} 和时间的关系。另一方面,图10B是表示使用本实施方式的等离子体处理方法对晶片W实施了等离子体处理的情况下的、每批编号的晶片W的 V_{pp} 和时间的关系的图表。即,在图10B中,图形612表示对批编号“1”的25个晶片W进行了双重镶嵌配线用的槽的蚀刻(参照图2)后,进行本实施方式的等离子体处理,之后进行了DC处理时的 V_{pp} 和时间的关系。换言之,图形612表示在图10A的DC处理前进行了本实施方式的等离子体处理的情况下的效果的图。图形614表示在批编号“2”的25个晶片W处理后(包含批编号“1”的累计50个晶片W处理后),进行本实施方式的等离子体处理之后的DC处理中的 V_{pp} 和时间的关系,图形616表示在批编号“3”的25个晶片W处理后(包含批编号“1”和“2”的累计75个晶片W处理后),进行本实施方式的等离子体处理之后的DC处理中的 V_{pp} 和时间的关系。

[0099] 首先,如图10A所示,不使用本实施方式的等离子体处理方法而仅实施了DC处理的情况下,如图形602、604、606所示,因批编号的不同,对于晶片W的 V_{pp} 的时间的经历不同。这被认为是因为,在蚀刻时从晶片W的掩蔽膜生成的含钛物累计地附着在与等离子体处理空间相对的电极板51上,而等离子体处理空间内的等离子体密度发生了变动。

[0100] 对此,在使用本实施方式的等离子体处理方法对晶片W实施了等离子体处理的情况下,通过进行含碳物除去工序将附着在电极板51上的含碳物除去,并且通过进行含钛物除去工序将附着在电极板51上的含钛物除去。其结果是,如DC处理时的图10B的图形612、614、616所示,与批编号无关,对于晶片W的 V_{pp} 的时间的经历被维持为相同。这被认为是因为,在蚀刻时从晶片W的掩蔽膜产生的含钛物附着在与等离子体处理空间相对的电极板51上的情况下,也能够有效地除去附着在电极板51上的含钛物。即,可知等离子体密度的变动受到抑制。

[0101] 图11是用于说明本实施方式的等离子体处理方法的效果的图(其2)。图11中,横轴表示搬入到等离子体处理装置1的晶片W的批编号(累计的值),纵轴表示在对晶片W的绝缘膜进行了蚀刻的情况下形成于绝缘膜的槽的槽径(nm)。

[0102] 另外,图11中,图形702表示不使用本实施方式的等离子体处理方法而仅实施了DC处理的情况下形成于绝缘膜的槽的槽径的相对于批编号(累计得到的值)的变动。另外,图11中,图形704表示在实施了本实施方式的等离子体处理方法的情况下形成于绝缘膜的槽的槽径的相对于批编号的变动。

[0103] 当比较图形702和图形704时,在实施了本实施方式的等离子体处理方法的情况下形成于绝缘膜的槽的槽径的相对于批编号的减少幅度,比在仅实施了DC处理的情况下形成于绝缘膜的槽的槽径的相对于批编号的减少幅度小。这被认为是因为,在实施了本实施方式的等离子体处理方法的情况下,在蚀刻时从晶片W的掩蔽膜产生的含钛物附着在与等离子体处理空间相对的电极板51上的情况下,附着在电极板51上的含钛物也被除去。其结果是,等离子体密度稳定且进行了蚀刻的槽的形状的变动也受到抑制。

[0104] 符号说明

[0105]	1	等离子体处理装置
[0106]	11	处理容器
[0107]	20	聚焦环
[0108]	30	第一高频电源
[0109]	40	第二高频电源
[0110]	42	上部电极
[0111]	51	电极板
[0112]	52	电极支承体
[0113]	72	处理气体供给源
[0114]	72a、72b、72c、72d	气体供给部
[0115]	74a、74b、74c、74d	流量调整机构
[0116]	150	控制部
[0117]	D1	绝缘膜
[0118]	D2	掩蔽膜
[0119]	S	等离子体处理空间
[0120]	W	晶片

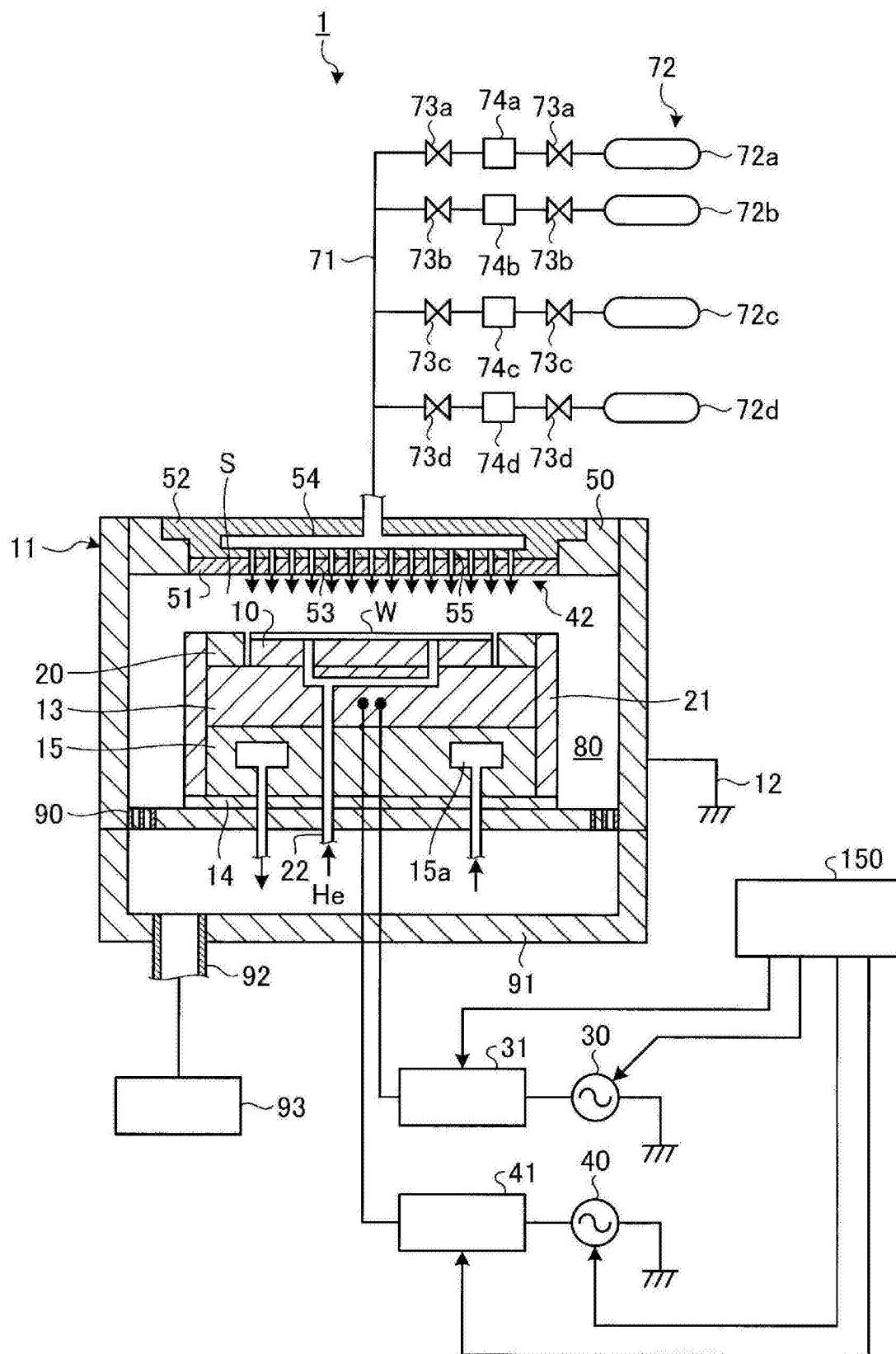


图1

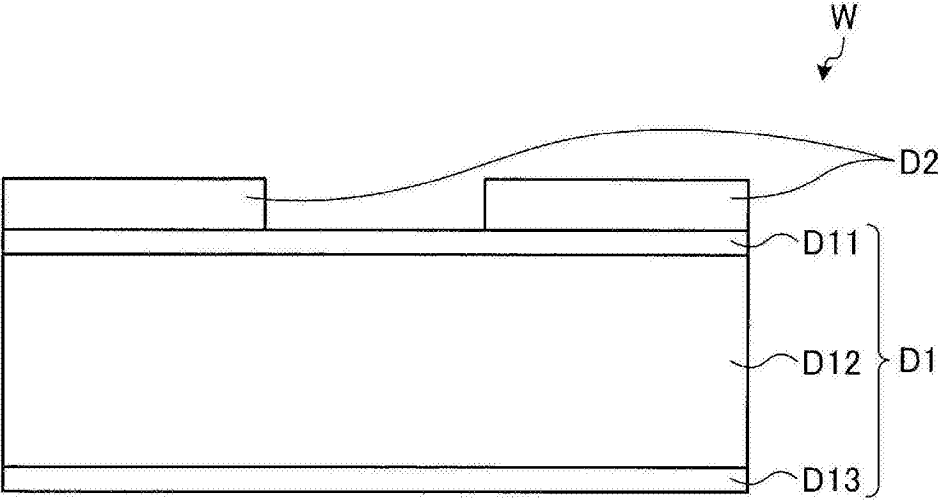


图2A

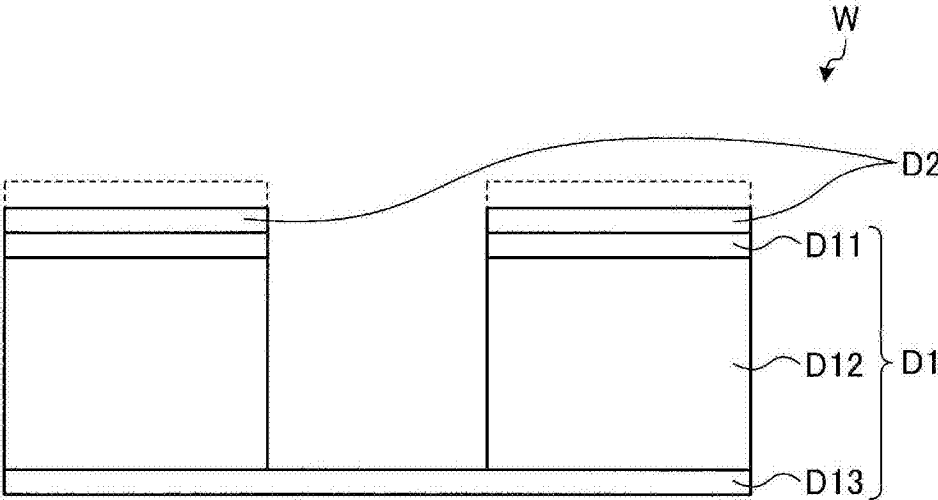


图2B

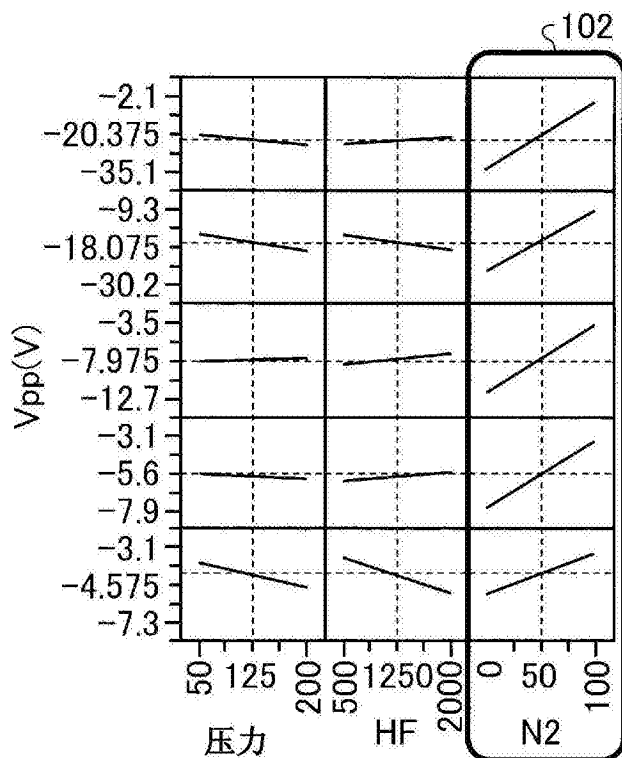


图3A

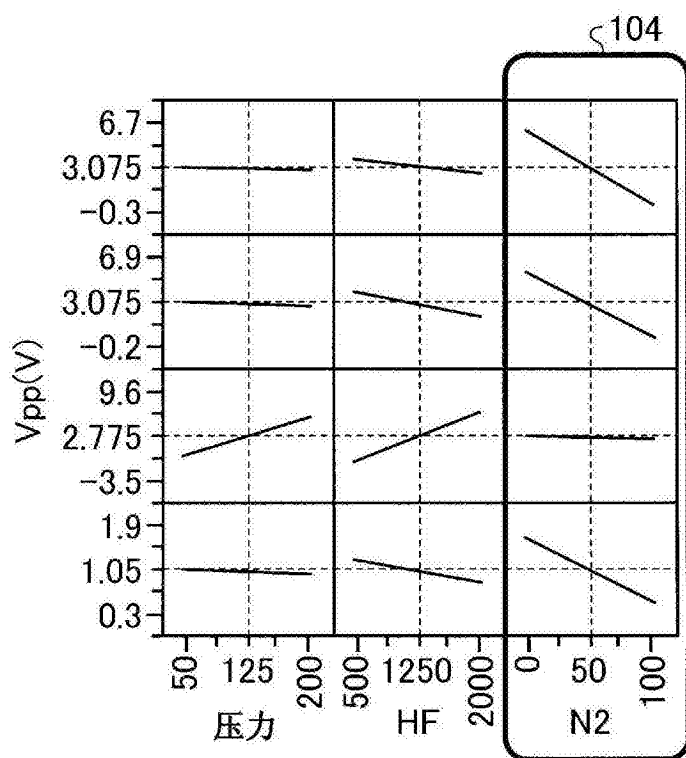


图3B

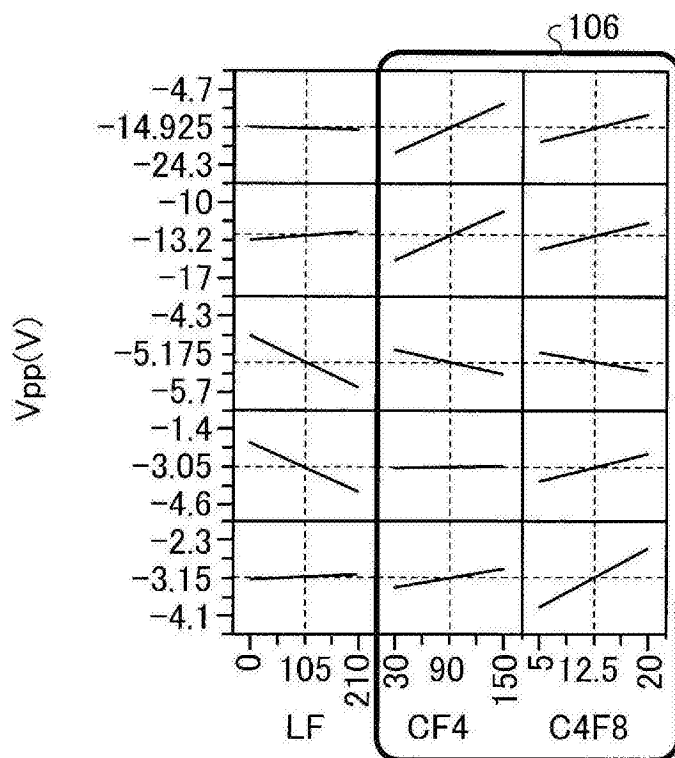


图3C

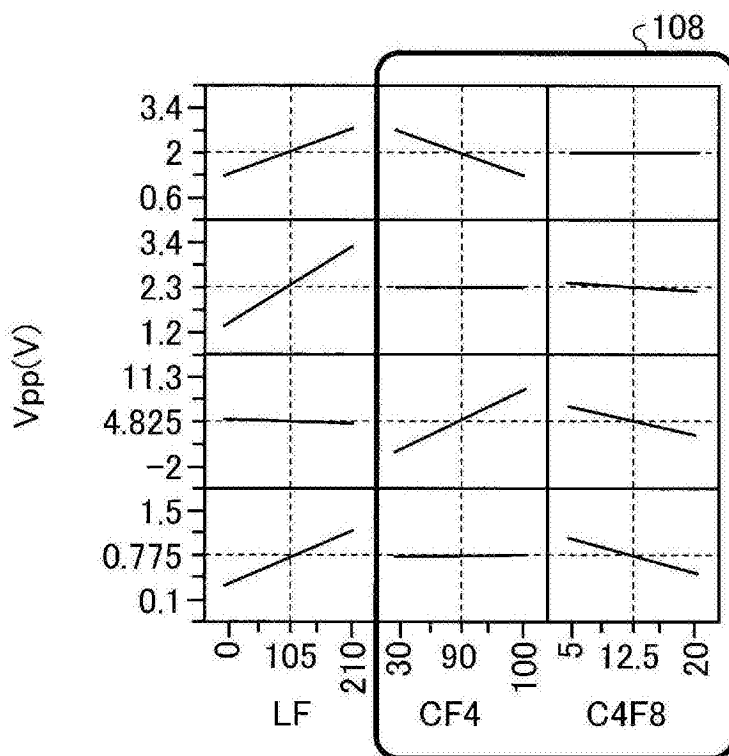


图3D

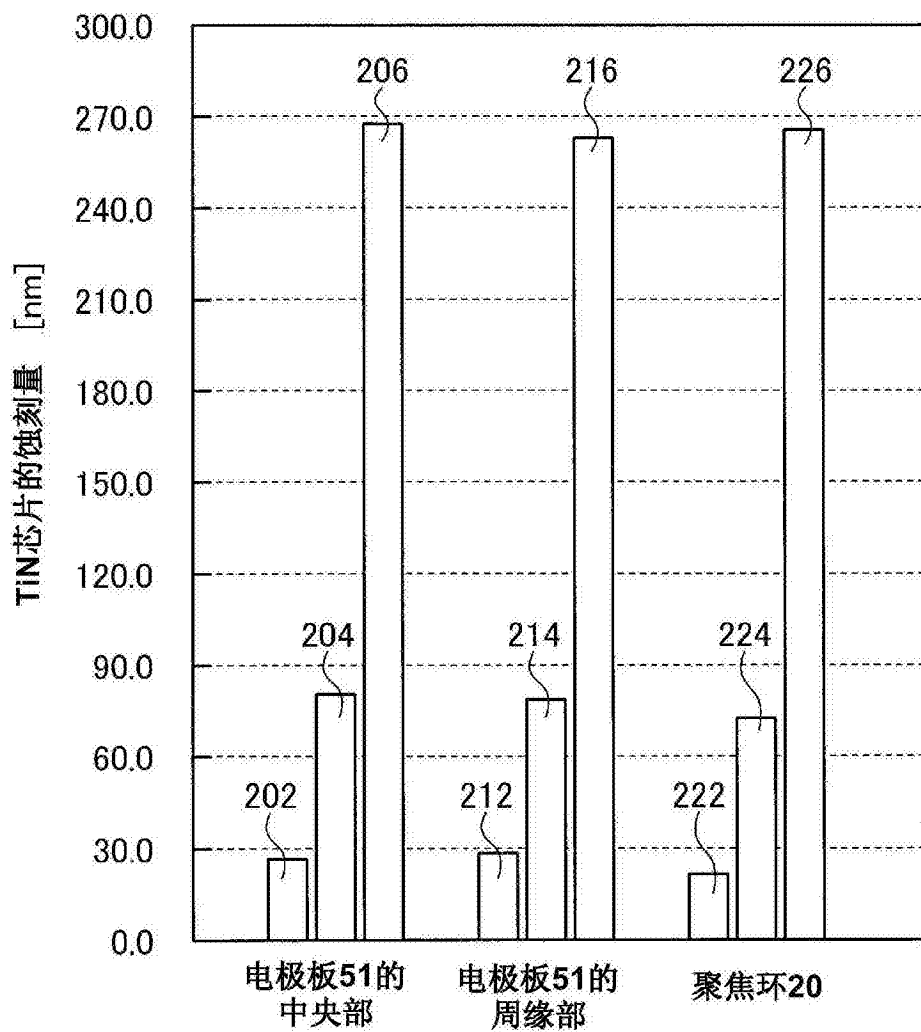


图4

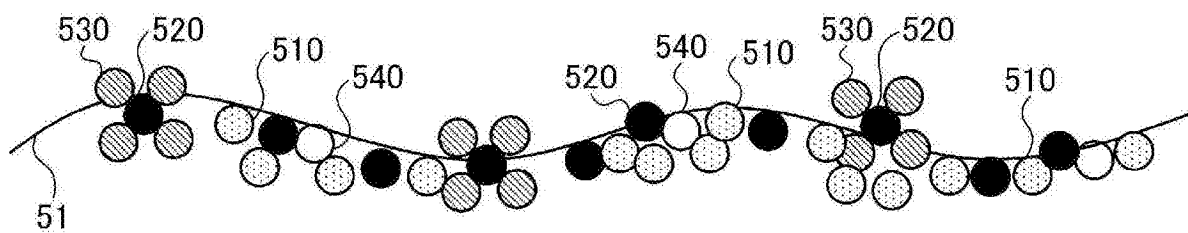


图5A

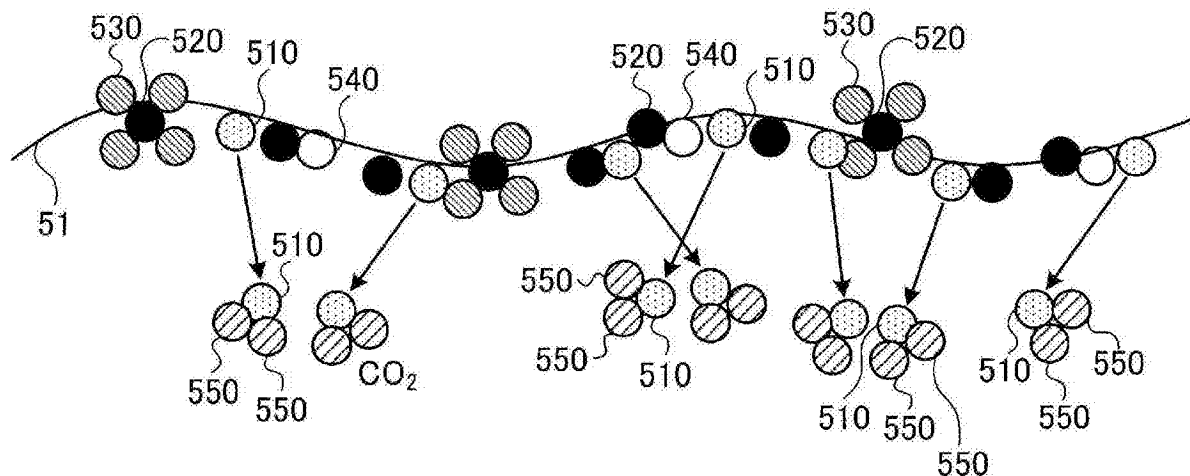


图5B

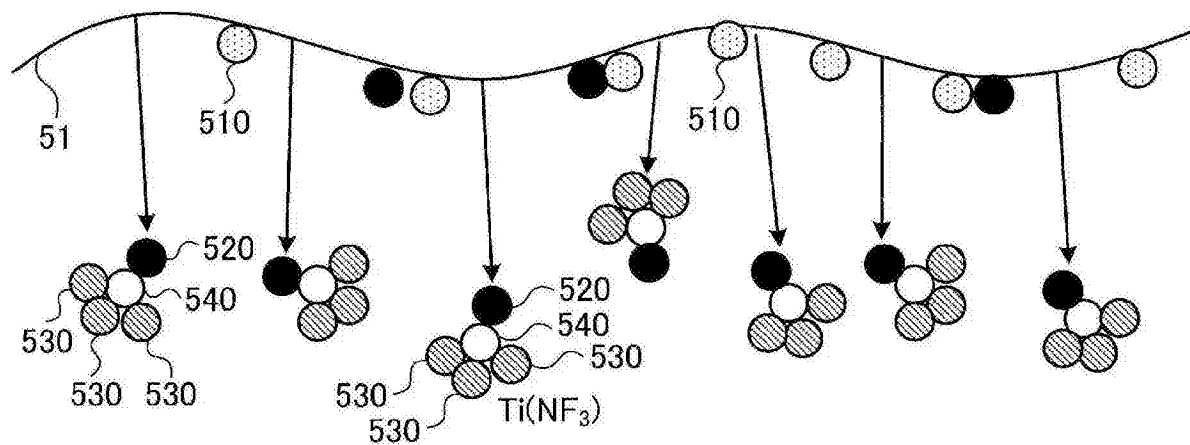


图5C

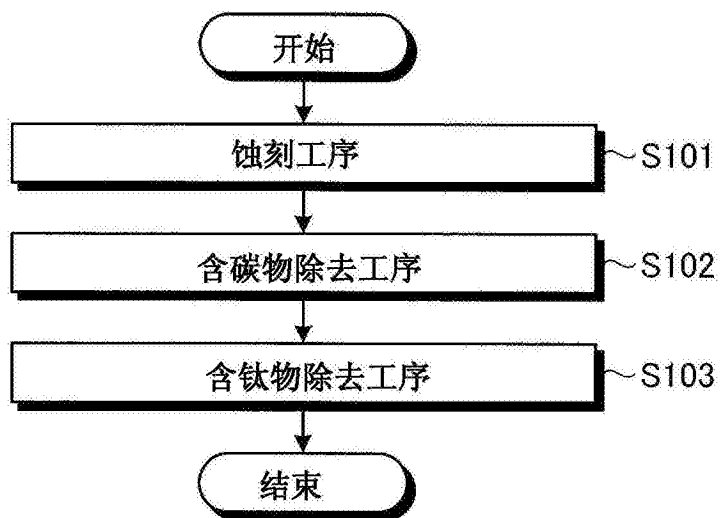


图6

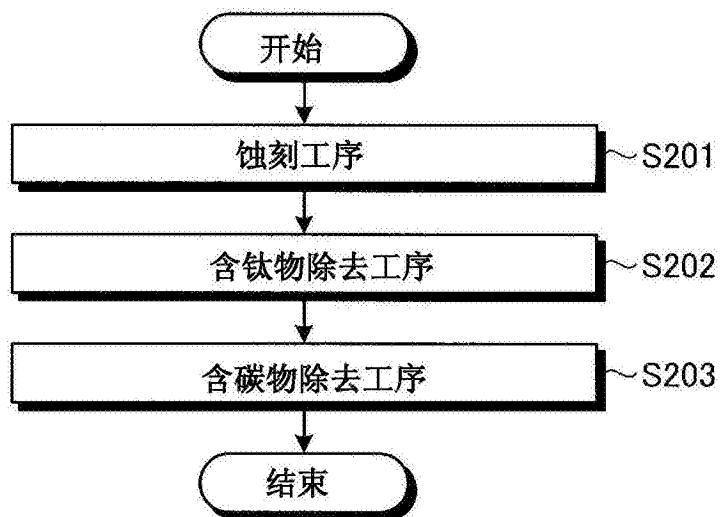


图7

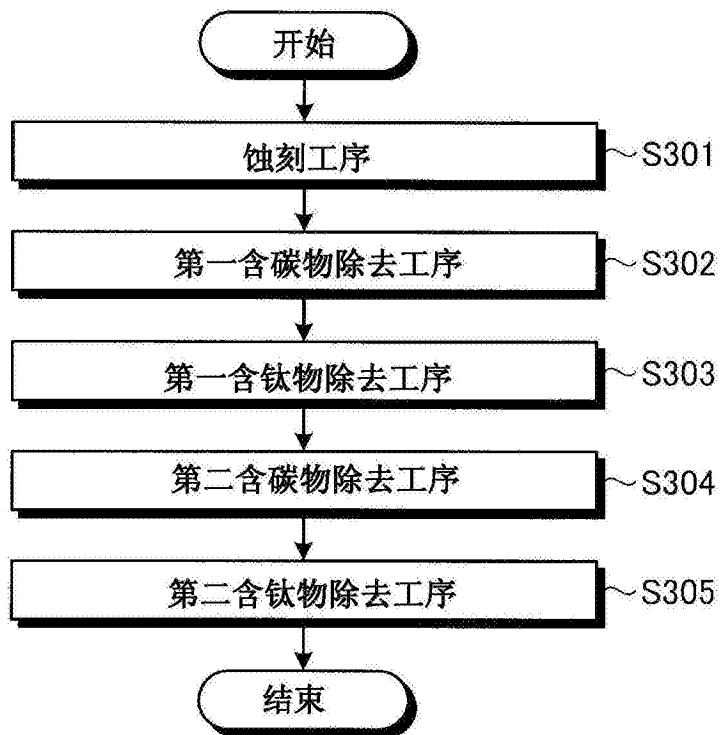


图8

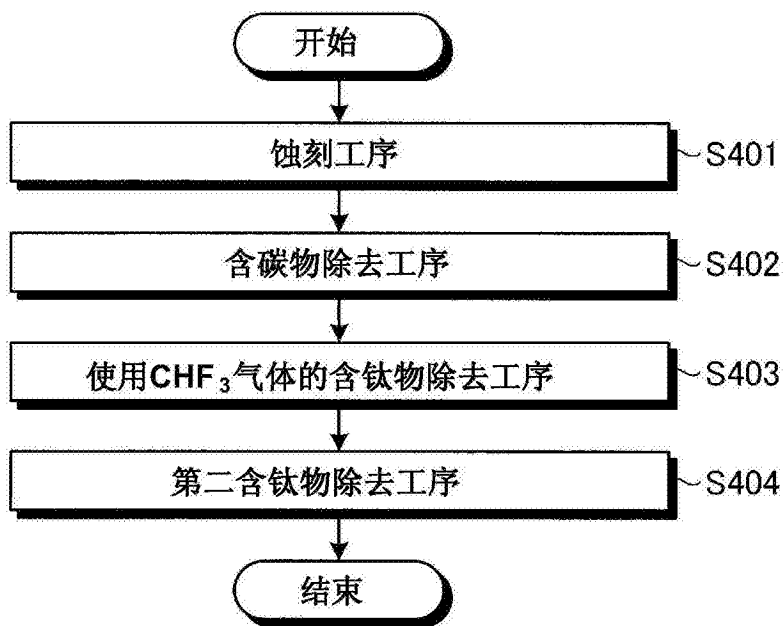


图9

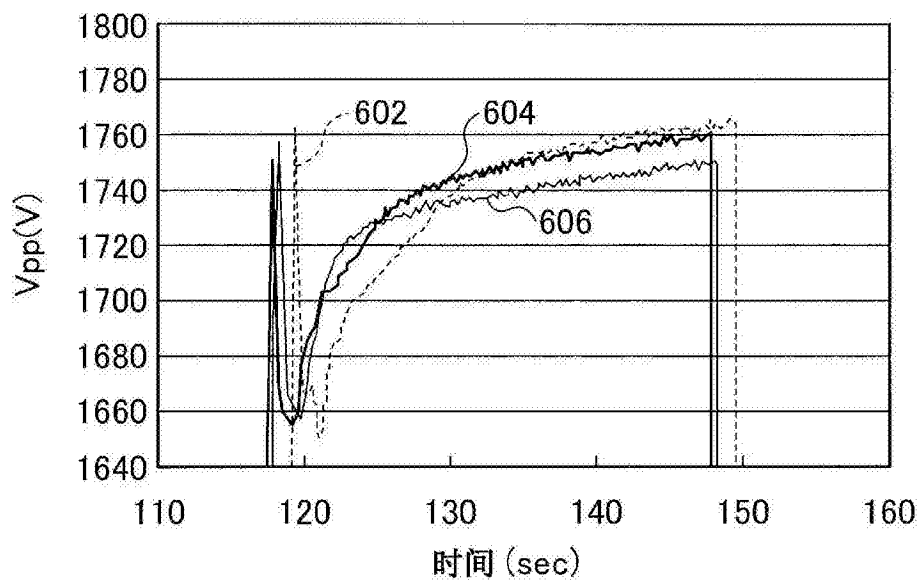


图10A

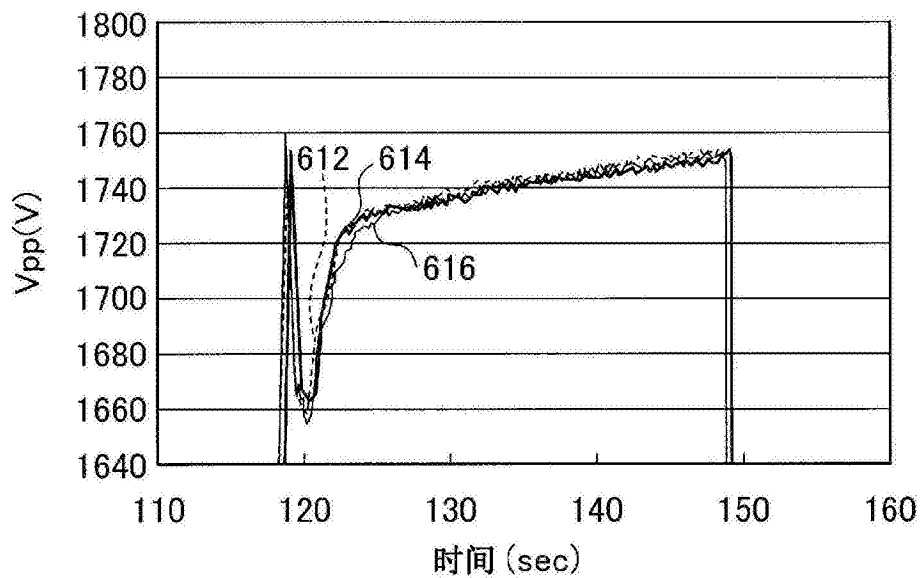


图10B

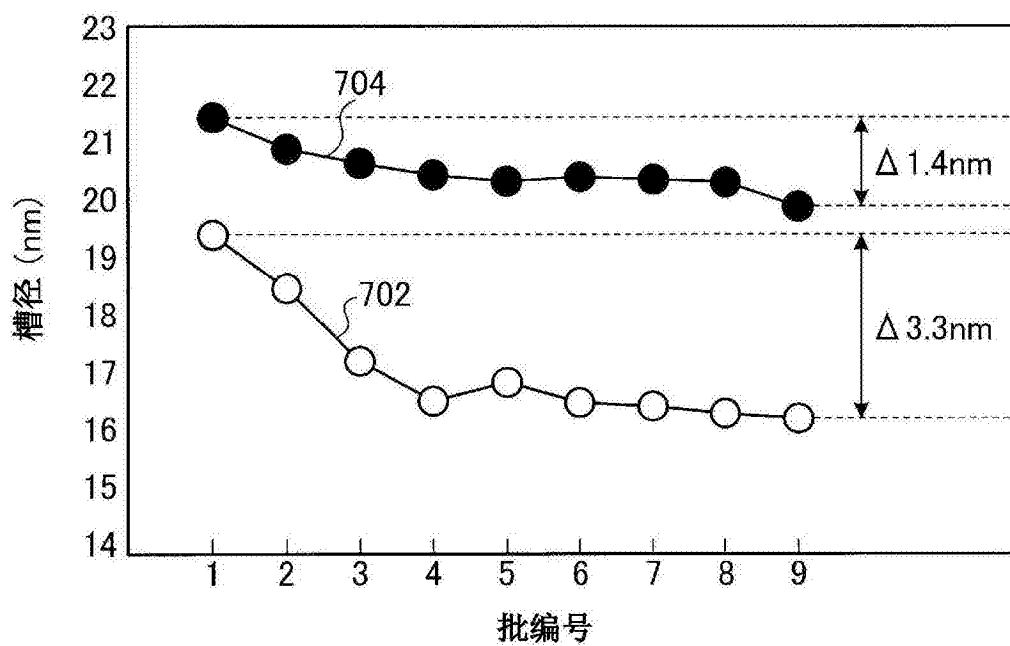


图11