



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111793790 B

(45) 授权公告日 2024.06.07

(21) 申请号 202010218432.5

C23C 16/455 (2006.01)

(22) 申请日 2020.03.25

C23C 16/52 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111793790 A

(56) 对比文件

CN 102345111 A, 2012.02.08

CN 109385613 A, 2019.02.26

(43) 申请公布日 2020.10.20

JP 2015065447 A, 2015.04.09

(30) 优先权数据

JP 2017063137 A, 2017.03.30

2019-070114 2019.04.01 JP

US 2011318505 A1, 2011.12.29

(73) 专利权人 东京毅力科创株式会社
地址 日本东京都

US 2013084693 A1, 2013.04.04

US 2017287778 A1, 2017.10.05

(72) 发明人 兼村瑠威 竹泽由裕 熊谷圭太
藤田圭介

US 2016203995 A1, 2016.07.14

W.Zhang et al..Selective epitaxial growth using dichlorosilane and silane by low pressure chemical vapor deposition.Microelectronic Engineering.2004,第514-518页.

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇

审查员 周海峰

(51) Int.Cl.

C23C 16/24 (2006.01)

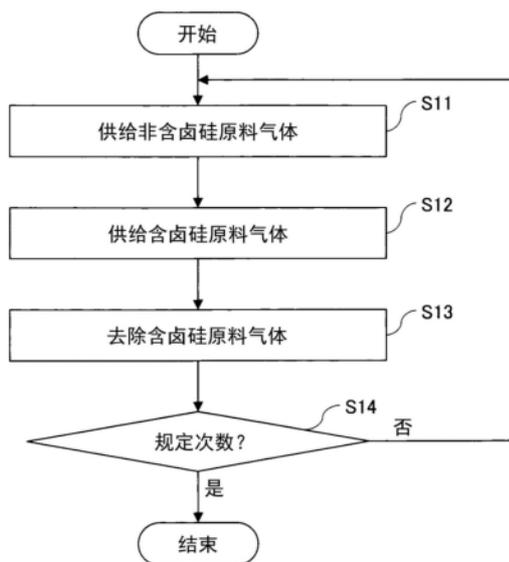
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

成膜方法和成膜装置

(57) 摘要

本公开提供一种能够改善膜厚度的面内均匀性的成膜方法和成膜装置。基于本公开的一个方式的成膜方法重复按照以下顺序连续地进行以下步骤的循环:向收容有基板的处理容器内供给非含卤硅原料气体;向所述处理容器内供给含卤硅原料气体;以及去除所述处理容器内的所述含卤硅原料气体。



1. 一种成膜方法,重复按照以下顺序连续地进行以下步骤的循环:
向收容有基板的处理容器内供给非含卤硅原料气体;
向所述处理容器内供给含卤硅原料气体;以及
去除所述处理容器内的所述含卤硅原料气体,
其中,在供给所述非含卤硅原料气体的步骤之后,不进行所述处理容器内的抽真空和气体置换,连续地进行供给所述含卤硅原料气体的步骤。
2. 根据权利要求1所述的成膜方法,其特征在于,
从所述基板的周围供给所述非含卤硅原料气体和所述含卤硅原料气体。
3. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
与所述基板的主表面大致平行地供给所述非含卤硅原料气体和所述含卤硅原料气体。
4. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
在供给所述非含卤硅原料气体的步骤之后,在将所述处理容器内的压力维持大致固定的状态下进行供给所述含卤硅原料气体的步骤。
5. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
在供给所述非含卤硅原料气体的步骤之后,变更所述处理容器内的压力设定,连续地进行供给所述含卤硅原料气体的步骤。
6. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
去除所述含卤硅原料气体的步骤为进行所述处理容器内的抽真空和气体置换中的至少任一个的步骤。
7. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
去除所述含卤硅原料气体的步骤为进行所述处理容器内的抽真空的步骤。
8. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
去除所述含卤硅原料气体的步骤为进行所述处理容器内的气体置换的步骤。
9. 根据权利要求8所述的成膜方法,其特征在于,
所述气体置换所使用的气体为非活性气体、氢气、重氢气中的至少一种。
10. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
在所述基板的表面形成有凹部。
11. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
所述非含卤硅原料气体为 SiH_4 气体,所述含卤硅原料气体为 SiH_2Cl_2 气体。
12. 根据权利要求1或2所述的成膜方法,其特征在于,
在所述处理容器内,在上下方向上具有规定间隔地以架状收容多个基板。
13. 一种成膜装置,具备:
处理容器,其用于收容基板;
气体供给部,其向所述处理容器内供给气体;以及
控制部,
其中,所述控制部控制所述气体供给部,使得重复按照以下顺序连续地进行以下步骤的循环:
向所述处理容器内供给非含卤硅原料气体;
向所述处理容器内供给含卤硅原料气体;以及

去除所述处理容器内的所述含卤硅原料气体，

其中，在供给所述非含卤硅原料气体的步骤之后，不进行所述处理容器内的抽真空和气体置换，连续地进行供给所述含卤硅原料气体的步骤。

成膜方法和成膜装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种成膜方法和成膜装置。

背景技术

[0002] 已知一种向表面形成有细微凹部的基板供给硅烷系气体和硅系含氯化合物气体来形成硅膜的技术(例如参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2017-152426号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 本公开提供一种能够改善膜厚度的面内均匀性的技术。

[0008] 用于解决问题的方案

[0009] 基于本公开的一个方式的成膜方法重复按照以下顺序连续地进行以下步骤的循环:向收容有基板的处理容器内供给非含卤硅原料气体;向所述处理容器内供给含卤硅原料气体;以及去除所述处理容器内的所述含卤硅原料气体。

[0010] 发明的效果

[0011] 根据本公开,能够改善膜厚度的面内均匀性。

附图说明

[0012] 图1是表示一个实施方式的成膜方法的流程图。

[0013] 图2是表示一个实施方式的成膜方法中的气体供给序列的图。

[0014] 图3是用于说明一个实施方式的成膜方法的效果的图。

[0015] 图4是表示立式热处理装置的结构例的纵剖截面图。

[0016] 图5是用于说明图4的立式热处理装置的处理容器的图。

[0017] 图6是用于说明实施例和比较例的气体供给序列的图。

[0018] 图7是表示形成图案晶圆上的硅膜的膜厚度的面内均匀性的图。

[0019] 图8是表示形成图案晶圆上的硅膜的膜厚度分布的图。

具体实施方式

[0020] 下面,参照附图来说明本公开的非限定的例示的实施方式。在所附的所有附图中,对相同或对应的构件或部件标注相同或对应的参照标记,并省略重复的说明。

[0021] (成膜方法)

[0022] 对一个实施方式的成膜方法进行说明。图1是表示一个实施方式的成膜方法的流程图。图2是表示一个实施方式的成膜方法中的气体供给序列的图。

[0023] 如图1所示,一个实施方式的成膜方法包括供给非含卤硅原料气体的步骤S11、供给含卤硅原料气体的步骤S12、以及去除含卤硅原料气体的步骤S13。而且,重复按照步骤S11~S13的顺序连续地进行这些步骤的循环(步骤S14)。下面,对各步骤进行说明。

[0024] 首先,将基板收容于处理容器内,在使处理容器内减压并且加热基板的状态下向处理容器内供给非含卤硅原料气体(步骤S11)。作为基板,可以为表面平滑的基板,也可以为在表面形成有沟槽、孔等凹部的基板。基板例如可以为硅基板等半导体基板。另外,可以在基板的表面例如形成有氧化硅膜(SiO_2 膜)、氮化硅膜(SiN膜)等绝缘膜。

[0025] 作为非含卤硅原料气体,例如能够利用氨基硅烷系气体、氢化硅气体。作为氨基硅烷系气体,例如能够举出DIPAS(二异丙氨基硅烷)、3DMAS(三二甲基氨基硅烷)、BTBAS(双叔丁基氨基硅烷)。作为氢化硅气体,例如能够举出 SiH_4 (MS)、 Si_2H_6 (DS)、 Si_3H_8 、 Si_4H_{10} 。

[0026] 接着,在加热基板的状态下向处理容器内供给含卤硅原料气体(步骤S12)。在供给非含卤硅原料气体的步骤S11之后,不进行处理容器内的抽真空和吹扫(气体置换),连续地进行供给含卤硅原料气体的步骤S12。例如可以在供给非含卤硅原料气体的步骤S11之后,在将处理容器内的压力维持大致固定的状态下连续地进行供给含卤硅原料气体的步骤S12。另外,例如可以在供给非含卤硅原料气体的步骤S11之后,在变更处理容器内的压力设定后连续地进行供给含卤硅原料气体的步骤S12。总之,在处理容器内残留有非含卤硅原料气体的状态下供给含卤硅原料气体。

[0027] 作为含卤硅原料气体,例如能够利用含氟硅气体、含氯硅气体、含溴硅气体。作为含氟硅气体,例如能够举出 SiF_4 、 SiHF_3 、 SiH_2F_2 、 SiH_3F 。作为含氯硅气体,例如能够举出 SiCl_4 、 SiHCl_3 、 SiH_2Cl_2 (DCS)、 SiH_3Cl 、 Si_2Cl_6 。作为含溴硅气体,例如能够举出 SiBr_4 、 SiHBr_3 、 SiH_2Br_2 、 SiH_3Br 。

[0028] 接着,在加热基板的状态下去除处理容器内的含卤硅原料气体(步骤S13)。在去除含卤硅原料气体的步骤S13中,例如不向处理容器内供给处理气体和吹扫气体,利用真空泵等排气装置对处理容器内进行排气。但是,也可以向处理容器内供给微量的吹扫气体以防止向气体供给部、晶舟旋转轴等逆流。微量的吹扫气体例如为比在步骤S11和步骤S12中分别向处理容器内供给的非含卤硅原料气体和含卤硅原料气体的流量少的流量。

[0029] 另外,在去除含卤硅原料气体的步骤S13中,例如可以进行一边向处理容器内供给置换气体一边利用真空泵等排气装置对处理容器内进行排气的气体置换。例如能够利用非活性气体、 H_2 (氢气)、 D_2 (重氢气)作为置换气体。作为非活性气体,例如能够举出 N_2 、作为稀有气体的He、Ne、Ar。

[0030] 去除含卤硅原料气体的步骤S13的目的在于去除在接下来要进行的供给非含卤硅原料气体的步骤S11开始时存在于处理容器内、严谨地说是存在于基板的表面的含卤硅原料气体。因而,只要能够去除存在于基板的表面的含卤硅原料气体,则去除含卤硅原料气体的步骤S13不限于上述方法。例如,去除含卤硅原料气体的步骤S13可以为处理容器内的抽真空与向处理容器内供给置换气体的组合。此外,在去除含卤硅原料气体的步骤S13中,优选完全地去除存在于基板的表面的含卤硅原料气体,但去除该含卤硅原料气体的大部分即可。

[0031] 接着,判定是否执行了规定次数的步骤S11~S13(步骤S14)。在判定为执行了规定次数的步骤S11~S13的情况下,结束处理。另一方面,在判定为没有执行规定次数的步骤

S11 ~ S13的情况下,返回步骤S11。即,重复地进行步骤S11 ~ S13直至达到规定次数为止。规定次数根据想要形成的硅膜的设计膜厚度来决定。

[0032] (效果)

[0033] 接着,以利用MS气体作为非含卤硅原料气体、利用DCS气体作为含卤硅原料气体的情况为例,来对一个实施方式的成膜方法所起到的效果进行说明。图3是用于说明一个实施方式的成膜方法的效果的图。

[0034] 例如,在从基板的周围与基板的主表面大致平行地供给MS气体和DCS气体的情况下,基板中央部的膜厚度容易比基板周缘部的膜厚度薄。认为原因在于,在使用MS气体和DCS气体的情况下,对成膜贡献大的是MS气体,DCS气体起到抑制成膜的作用。

[0035] 因此,在一个实施方式的成膜方法中,在向收容有基板的处理容器内供给非含卤硅原料气体的步骤S11之后,连续地进行向处理容器内供给含卤硅原料气体的步骤S12。换言之,在向收容有基板的处理容器内供给非含卤硅原料气体的步骤S11之后,不进行处理容器内的抽真空和吹扫,就进行向处理容器内供给含卤硅原料气体的步骤S12。由此,如图3所示,在通过步骤S11供给至处理容器内的MS气体滞留于基板的表面的状态下通过步骤S12向处理容器内供给DCS气体。因此,DCS气体被供给至基板周缘部,使得包围滞留于基板中央部的MS气体,因此基板中央部的氯(Cl)封端减少,能够抑制基板中央部的膜厚度变小。其结果,膜厚度的面内均匀性得到改善。

[0036] 另外,在一个实施方式的成膜方法中,在向处理容器内供给含卤硅原料气体的步骤S12之后进行去除含卤硅原料气体的步骤S13之后,进行向处理容器内供给非含卤硅原料气体的步骤S11。由此,在从基板的表面排出通过步骤S12供给至处理容器内的DCS气体的状态下通过步骤S11向处理容器内供给MS气体。当DCS气体滞留于基板中央部时,基于MS气体的对基板中央部的成膜减少,但能够抑制该情况。其结果,膜厚度的面内均匀性得到改善。

[0037] (成膜装置)

[0038] 以对多张基板一并地进行热处理的批量式的立式热处理装置为例,对能够实施上述的成膜方法的成膜装置进行说明。但是,成膜装置并不限定于批量式的装置,例如可以为逐张地处理基板的单张式的装置。

[0039] 图4为表示立式热处理装置的结构例的纵剖截面图。图5是用于说明图4的立式热处理装置的处理容器的图。

[0040] 如图4所示,立式热处理装置1具有处理容器34、盖体36、晶圆舟38、气体供给部40、排气部41、加热部42。

[0041] 处理容器34为用于收容晶圆舟38的处理容器。晶圆舟38为在上下方向上具有规定间隔地以架状保持多张半导体晶圆(下面,称作“晶圆W”)的基板保持具。处理容器34具有下端开放的有顶的圆筒形状的内管44、以及下端开放并覆盖内管44的外侧的有顶的圆筒形状的外管46。内管44和外管46由石英等耐热性材料形成,内管44和外管46被同轴状地配置而成为双层管构造。

[0042] 内管44的顶部44A例如平坦。在内管44的一侧,沿其长边方向(上下方向)形成有助于收容气体供给管的喷嘴收容部48。例如图5所示,使内管44的侧壁的一部分朝向外侧突出而形成凸部50,将凸部50内形成为喷嘴收容部48。与喷嘴收容部48相向地在内管44的相反侧的侧壁,沿其长边方向(上下方向)形成有宽度为L1的矩形状的开口52。

[0043] 开口52为形成为能够对内管44内的气体进行排气的气体排气口。开口52的长度形成为与晶圆舟38的长度相同,或者比晶圆舟38的长度长,向上下方向分别延伸。即,开口52的上端延伸至位于与晶圆舟38的上端对应的位置以上的高度,开口52的下端延伸至位于与晶圆舟38的下端对应的位置以下的高度。具体地说,如图4所示,晶圆舟38的上端与开口52的上端之间的高度方向上的距离L2约为0mm~5mm左右的范围内。另外,晶圆舟38的下端与开口52的下端之间的高度方向上的距离L3为0mm~350mm左右的范围内。

[0044] 处理容器34的下端被例如由不锈钢形成的圆筒形状的岐管54支承。在岐管54的上端形成有凸缘部56,在凸缘部56上设置外管46的下端来对其进行支承。在凸缘部56与外管46的下端之间夹设有O环等密封构件58,来使外管46内为气密状态。

[0045] 在岐管54的上部的内壁设置有圆环状的支承部60,在支承部60上设置内管44的下端来对其进行支承。经由O环等密封构件62在岐管54的下端的开口气密地安装盖体36,从而气密地封闭处理容器34的下端的开口、即岐管54的开口。盖体36例如由不锈钢形成。

[0046] 在盖体36的中央部,经由磁性流体密封部64贯通设置有旋转轴66。旋转轴66的下部旋转自如地支承于包括晶舟升降机的升降部68的臂68A。

[0047] 在旋转轴66的上端设置有旋转板70,经由石英制的保温台72在旋转板70上载置保持晶圆W的晶圆舟38。因而,能够通过使升降部68升降来使盖体36与晶圆舟38一体地上下移动,从而能够使晶圆舟38插入于处理容器34内或使晶圆舟38从处理容器34内脱离。

[0048] 气体供给部40设置于岐管54,用于向内管44内导入成膜气体、置换气体、吹扫气体等气体。气体供给部40具有多个(例如3个)石英制的气体供给管76、78、80。各气体供给管76、78、80沿内管44的长边方向设置于该内管44内,并且各气体供给管76、78、80的基端被弯曲为L字状并贯通岐管54,从而被支承。

[0049] 如图5所示,气体供给管76、78、80被设置为在内管44的喷嘴收容部48内沿周向成为一列。在各气体供给管76、78、80,沿其长边方向以规定间隔形成有多个气体孔76A、78A、80A。各气体孔76A、78A、80A朝向水平方向释放各气体。由此,从晶圆W的周围与晶圆W的主表面大致平行地供给各气体。规定间隔例如被设定为与支承于晶圆舟38的晶圆W的间隔相同。另外,高度方向上的位置被设定为使各气体孔76A、78A、80A位于在上下方向上相邻的晶圆W间的中间,从而能够将各气体有效地供给至晶圆W间的空间部。作为气体的种类,能够使用成膜气体、置换气体以及吹扫气体,能够一边对各气体进行流量控制一边根据需要经由各气体供给管76、78、80进行供给。成膜气体例如包括前述的非含卤硅原料气体和含卤硅原料气体。置换气体例如包括前述的非活性气体、 H_2 、 D_2 。

[0050] 在岐管54的上部的侧壁且支承部60的上方形成有气体出口82,能够对内管44内的、从开口52经由内管44与外管46之间的空间部84排出的气体进行排气。在气体出口82设置排气部41。排气部41具有与气体出口82连接的排气通路86,在排气通路86依次设置压力调整阀88和真空泵90,从而能够对处理容器34内进行抽真空。

[0051] 在外管46的外周侧,以覆盖外管46的方式设置有圆筒形状的加热部42。加热部42对收容于处理容器34内的晶圆W进行加热。

[0052] 立式热处理装置1的整体的动作由控制部95进行控制。控制部9例如可以为计算机等。另外,用于进行立式热处理装置1的整体的动作的计算机的程序存储于存储介质96。存储介质96例如可以为软盘、光盘、硬盘、闪存、DVD等。

[0053] 对通过所述的立式热处理装置1在晶圆W形成非晶硅膜的成膜方法的一例进行说明。首先,通过升降部68将保持多张晶圆W的晶圆舟38搬入处理容器34内,通过盖体36气密地封闭处理容器34的下端的开口进行密闭。接着,由控制部95控制气体供给部40、排气部41、加热部42等的动作以执行前述的成膜方法。由此,在晶圆W上形成非晶硅膜。

[0054] 另外,在从晶圆W的周围与晶圆W的主表面大致平行地供给非含卤硅原料气体和含卤硅原料气体的情况下,容易在晶圆中央部与晶圆周缘部之间产生膜厚度差。尤其在上下方向上具有规定间隔地以架状保持有多张晶圆W的情况下,该间隔越窄则晶圆中央部与晶圆周缘部之间产生的膜厚度差越大。因此,考虑扩大该间隔以减小在晶圆中央部与晶圆周缘部之间产生的膜厚度差的方法。然而,当扩大该间隔时,能够收容于处理容器内的晶圆W的张数变少,因此生产率下降。

[0055] 因此,在一个实施方式的成膜方法中,在向收容有晶圆W的处理容器34内供给非含卤硅原料气体的步骤S11之后,连续地进行向处理容器34内供给含卤硅原料气体的步骤S12。换言之,在向收容有晶圆W的处理容器34内供给非含卤硅原料气体的步骤S11之后,不进行处理容器34内的抽真空和吹扫,就进行向处理容器34内供给含卤硅原料气体的步骤S12。

[0056] 另外,在向处理容器34内供给含卤硅原料气体的步骤S12之后进行去除处理容器34内的含卤硅原料气体的步骤S13之后,进行向处理容器34内供给非含卤硅原料气体的步骤S11。由此,在从基板的表面排出通过步骤S12供给至处理容器内的含卤硅原料气体的状态下通过步骤S11向处理容器34内供给非含卤硅原料气体。由此,形成于晶圆W上的硅膜的膜厚度的面内均匀性得到改善,因此不扩大该间隔,就能够改善硅膜的膜厚度的面内均匀性。换言之,不使生产率恶化就能够改善硅膜的膜厚度的面内均匀性。

[0057] (实施例)

[0058] 接着,对为了确认一个实施方式的成膜方法的效果而进行的实施例进行说明。

[0059] 首先,准备表面积比为50倍或30倍的形成有细微的凹凸图案的晶圆(下面,称作“图案晶圆”)。此外,所谓表面积比为将同径的晶圆中的图案晶圆的表面积A1除以没有形成有凹凸图案的晶圆(下面,也称作“空白晶圆”)的表面积A2而得到的值(A1/A2)。

[0060] 接着,将图案晶圆收容于前述的立式热处理装置1的处理容器34内,通过后述的气体供给序列向处理容器34内供给规定的气体,形成硅膜。

[0061] 图6是用于说明实施例和比较例的气体供给序列的图。在图6中,“MS”表示向处理容器内供给MS气体,“DCS”表示向处理容器内供给DCS气体,“VAC”表示处理容器内的抽真空,“N₂”表示向处理容器内供给N₂气体,“H₂”表示向处理容器内供给H₂气体。另外,图6的(a)~图6的(c)表示实施例1~3的气体供给序列,图6的(d)~图6的(h)分别表示比较例1~5的气体供给序列。

[0062] 在实施例1中,如图6的(a)所示,依次重复进行MS气体的供给、DCS气体的供给以及抽真空,由此在表面积比为50倍的图案晶圆上形成硅膜。此外,实施例1的处理条件如下。

[0063] 晶圆温度:470°C

[0064] 处理压力:3Torr(400Pa)

[0065] MS气体流量:1500sccm

[0066] DCS气体流量:1000sccm

[0067] MS气体供给时间/DCS气体供给时间/抽真空时间:25秒/30秒/60秒

[0068] 规定次数:170次

[0069] 在实施例2中,除了进行基于 N_2 气体的气体置换来代替实施例1的抽真空这一点以外,以与实施例1相同的条件在表面积比为30倍的图案晶圆上形成硅膜。即,在实施例2中,如图6的(b)所示,依次重复进行MS气体的供给、DCS气体的供给和 N_2 气体的供给,由此在表面积比为30倍的图案晶圆上形成硅膜。

[0070] 在实施例3中,除了进行基于 H_2 气体的气体置换来代替实施例1的抽真空这一点以外,以与实施例1相同的条件在表面积比为30倍的图案晶圆上形成硅膜。即,在实施例3中,如图6的(c)所示,依次重复进行MS气体的供给、DCS气体的供给和 H_2 气体的供给,由此在表面积比为30倍的图案晶圆上形成硅膜。

[0071] 在比较例1中,如图6的(d)所示,同时供给MS气体和DCS气体,由此在表面积比为50倍的图案晶圆上形成硅膜。

[0072] 在比较例2中,如图6的(e)所示,交替地重复进行MS气体的供给和DCS气体的供给,由此在表面积比为50倍的图案晶圆上形成硅膜。

[0073] 在比较例3中,如图6的(f)所示,依次重复进行MS气体的供给、抽真空和DCS气体的供给,由此在表面积比为50倍的图案晶圆上形成硅膜。

[0074] 在比较例4中,如图6的(g)所示,依次重复进行MS气体的供给、抽真空、DCS气体的供给和抽真空,由此在表面积比为50倍的图案晶圆上形成硅膜。

[0075] 在比较例5中,如图6的(h)所示,依次重复进行MS气体的供给、 N_2 气体的供给、DCS气体的供给和抽真空,由此在表面积比为50倍的图案晶圆上形成硅膜。

[0076] 接着,针对通过实施例1~3、比较例1~5形成的各个硅膜测定在晶圆的面内的多个位置处的膜厚度,由此计算硅膜的膜厚度的面内均匀性。

[0077] 图7是表示形成于图案晶圆上的硅膜的膜厚度的面内均匀性的图。在图7中,横轴表示实施例1~3、比较例1~5,纵轴表示膜厚度的面内均匀性[$\pm\%$]。

[0078] 如图7所示,实施例1、2、3的膜厚度的面内均匀性为 $\pm 4.87\%$ 、 $\pm 4.89\%$ 、 $\pm 4.37\%$ 。另一方面,比较例1~5的膜厚度的面内均匀性分别为 $\pm 11.25\%$ 、 $\pm 15.15\%$ 、 $\pm 13.63\%$ 、 $\pm 10.24\%$ 、 $\pm 14.76\%$ 。根据这些结果可知:相比于比较例1~5所涉及的气体供给序列,根据实施例1~3所涉及的气体供给序列,能够改善膜厚度的面内均匀性。即可以说:通过在MS气体的供给后且DCS气体的供给前不进行抽真空和气体置换,并且在DCS气体的供给后且MS气体的供给前去除DCS气体,能够改善形成于图案晶圆上的硅膜的膜厚度的面内均匀性。也就是可以说:通过依次重复进行MS气体的供给、DCS气体的供给和DCS气体的去除,能够改善形成于图案晶圆上的硅膜的膜厚度的面内均匀性。

[0079] 图8是表示形成于图案晶圆上的硅膜的膜厚度分布的图。在图8中,横轴表示距晶圆中心的距离[mm],纵轴表示硅膜的膜厚度[\AA]。另外,在图8中,圆(●)标记表示实施例1的测定结果,三角(▲)标记表示比较例1的测定结果。

[0080] 如图8所示可知:实施例1的晶圆中央部与晶圆周缘部之间的膜厚度差比较例1的晶圆中央部与晶圆周缘部之间的膜厚度差小。即可以说:通过依次重复进行MS气体的供给、DCS气体的供给和抽真空,能够减小形成于图案晶圆上的硅膜的晶圆中央部与晶圆周缘部之间的膜厚度差。

[0081] 应认为,本次公开的实施方式的所有点均是例示性的而非限制性的。可以不脱离所附的权利要求书及其主旨地,以各种方式对上述的实施方式进行省略、置换、变更。

[0082] 在上述的实施方式中,以基板为半导体基板的情况为例进行了说明,但不限于于此。例如,基板可以为平板显示器(FPD:Flat Panel Display)用的大型基板、EL元件或太阳能电池用的基板。

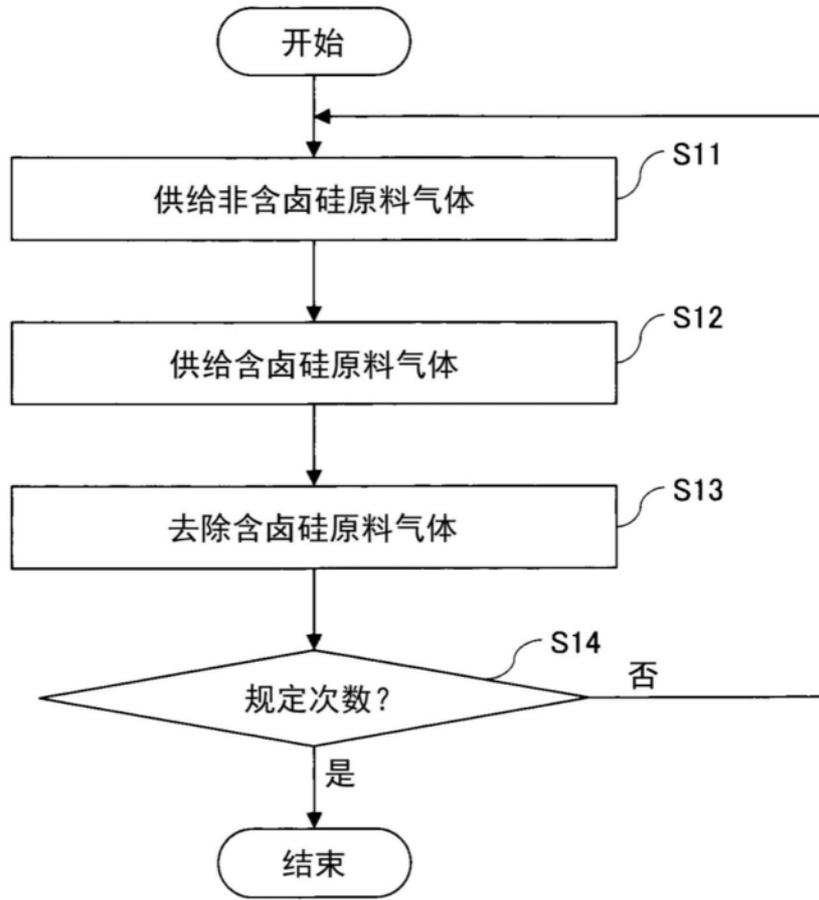


图1

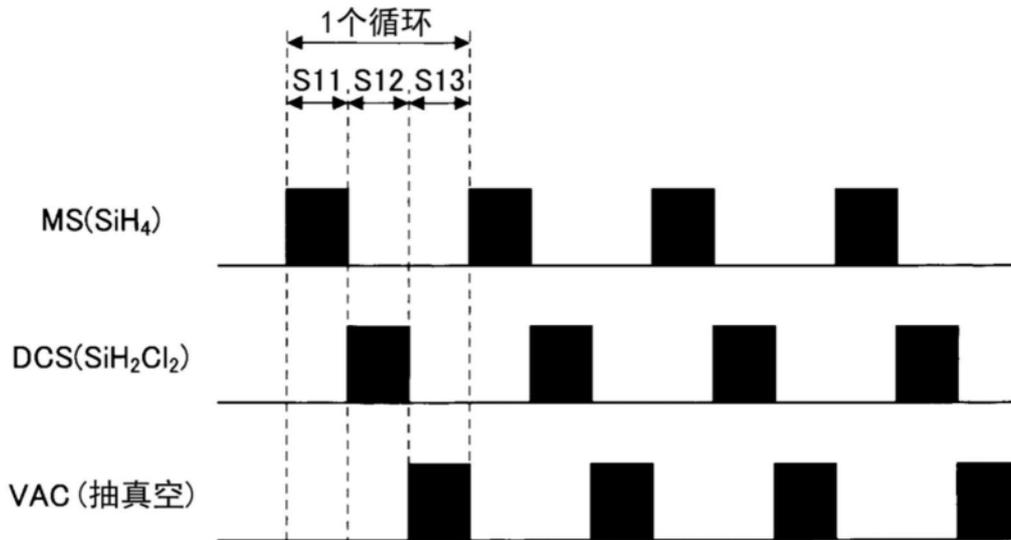


图2

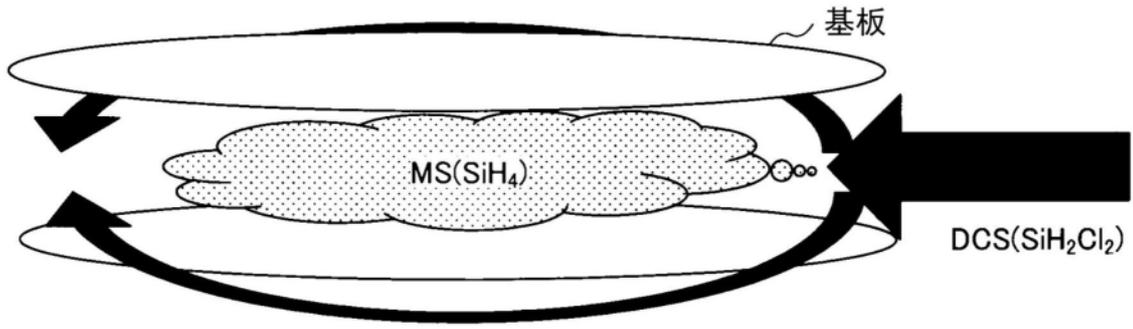


图3

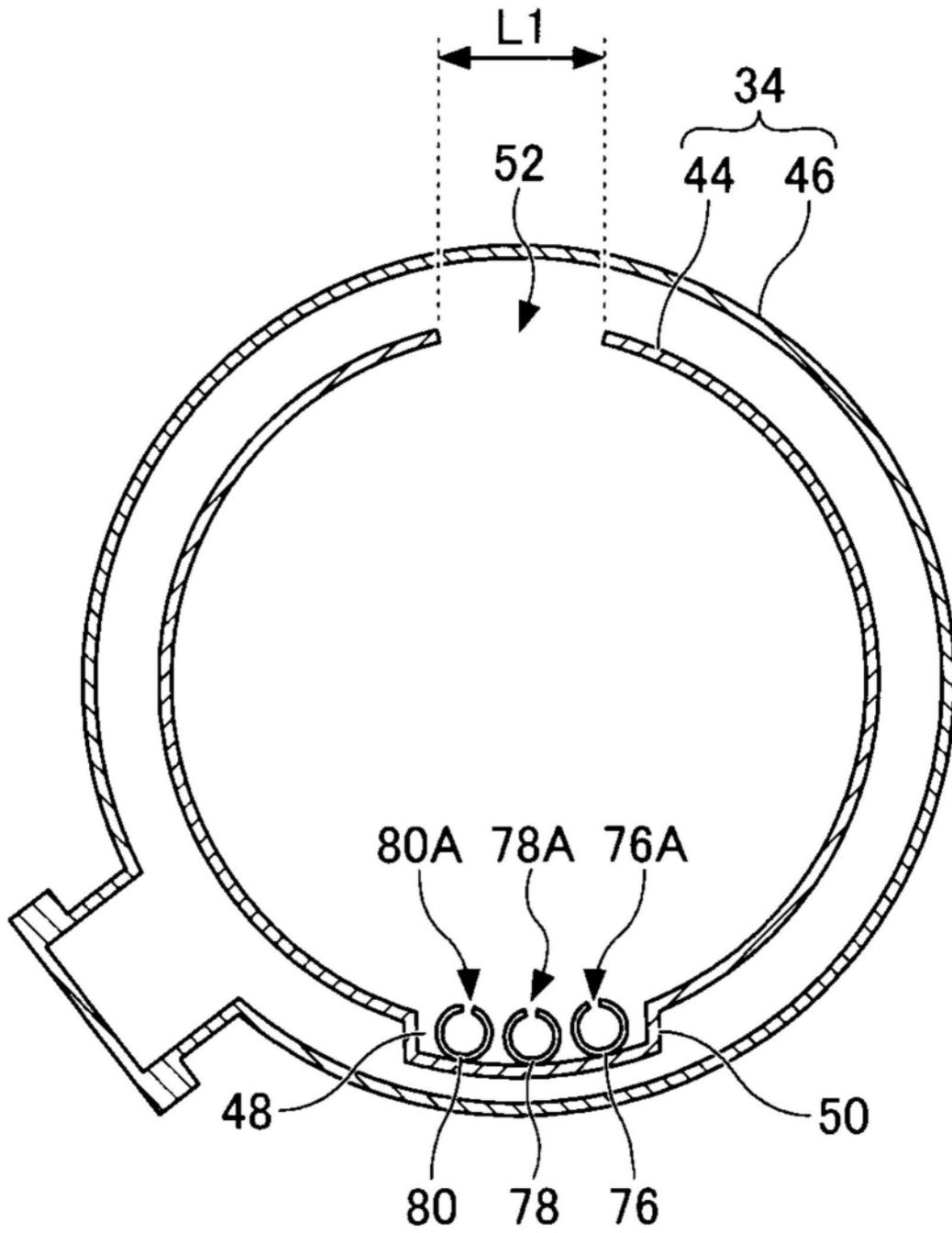


图5

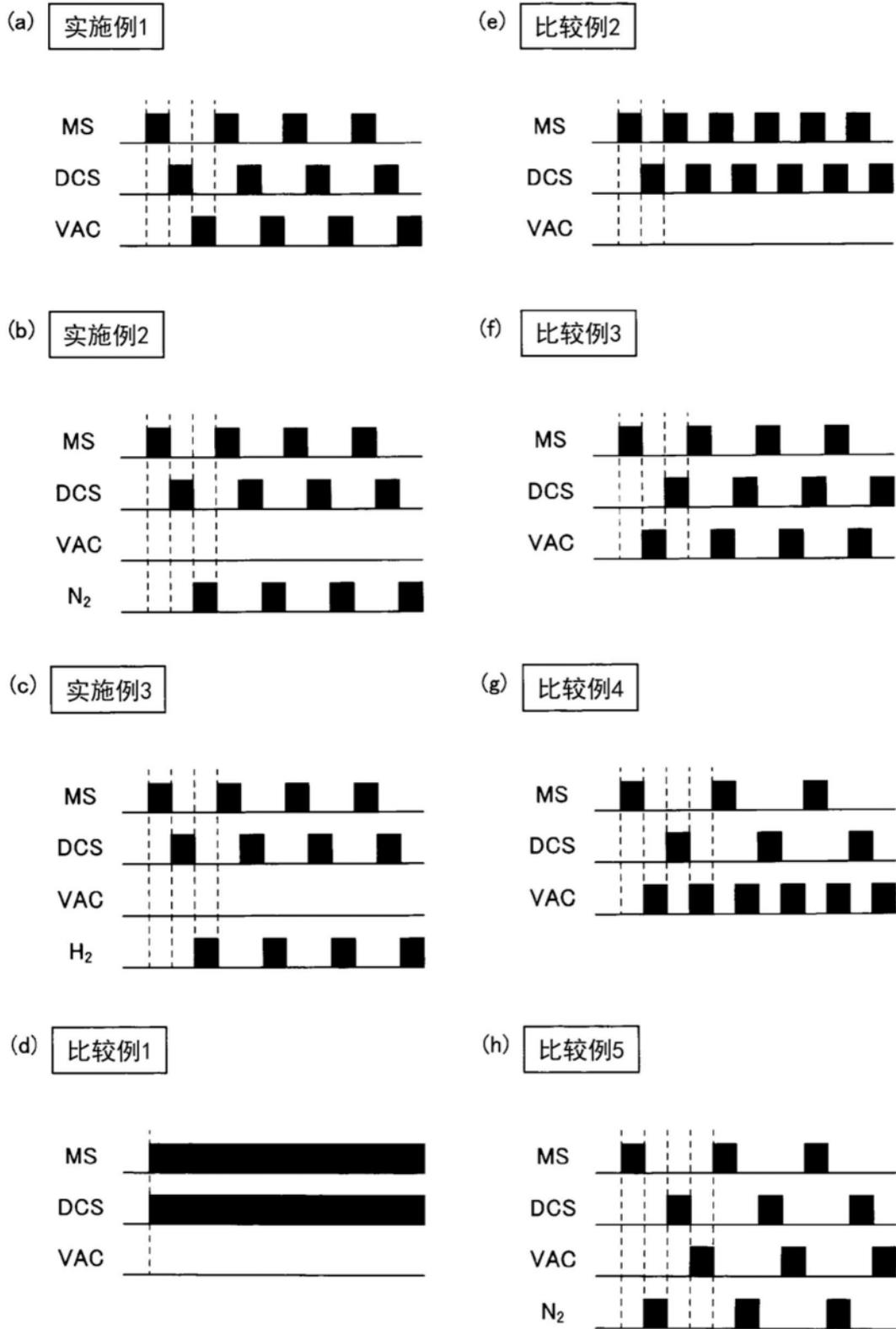


图6

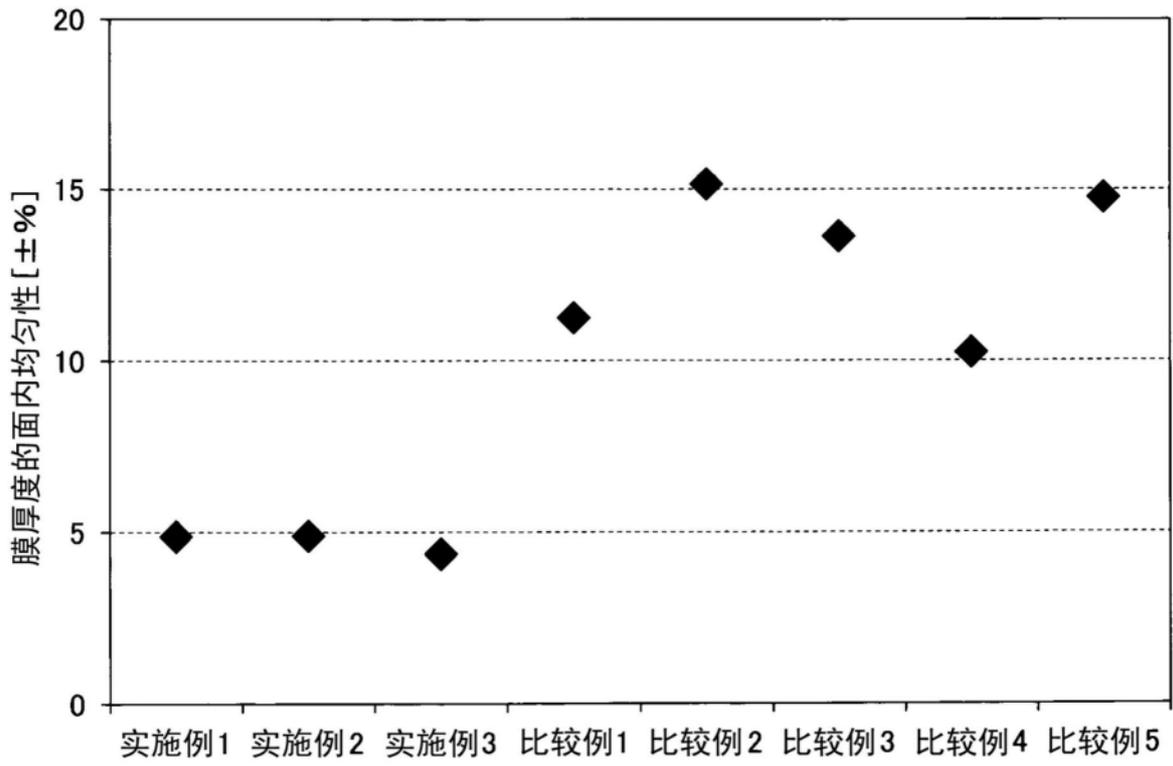


图7

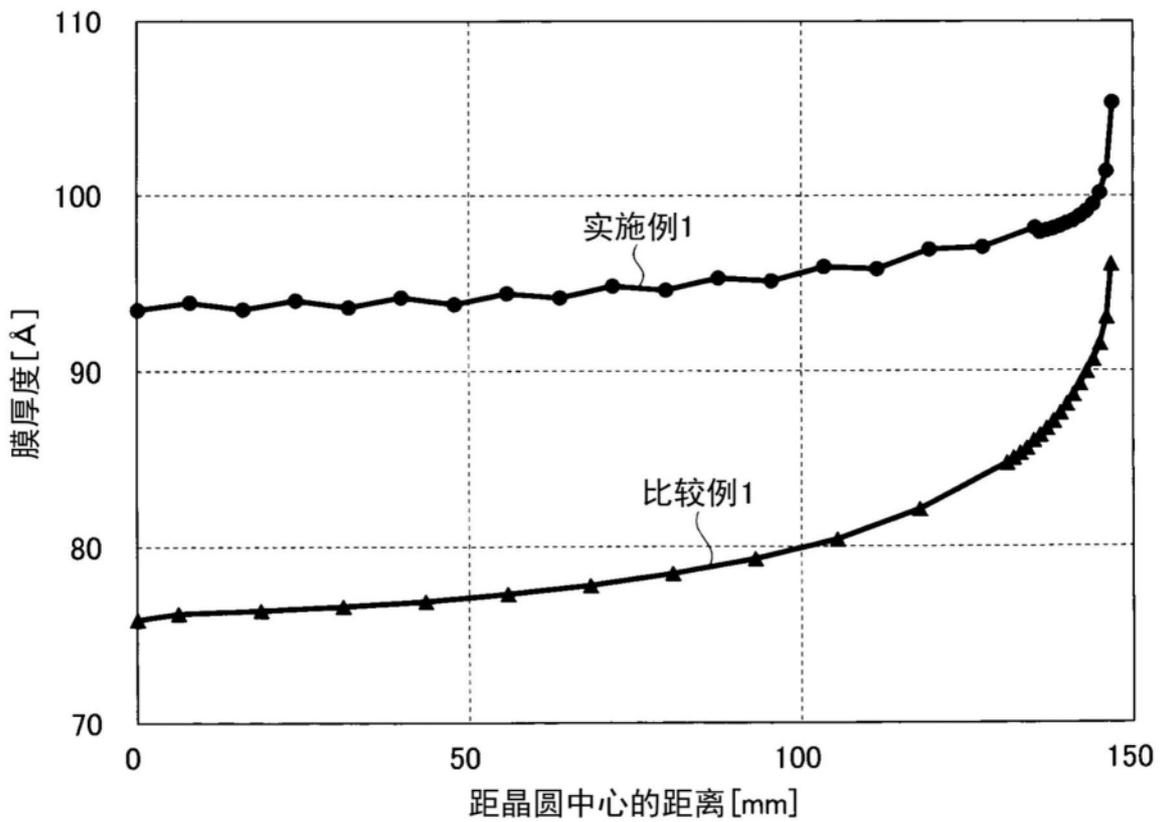


图8