



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116031141 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 28

(21) 申请号 202211669618.8

H01L 29/51 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.25

(71) 申请人 北京屹唐半导体科技股份有限公司

地址 100176 北京市大兴区北京经济技术开发区经海二路28号8幢

(72) 发明人 余飞 辛孟阳 姜伟鹏 王文岩 刘韬

(74) 专利代理机构 北京易光知识产权代理有限公司 11596

专利代理师 王一 武晨燕

(51) Int. Cl.

H01L 21/02 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/28 (2006.01)

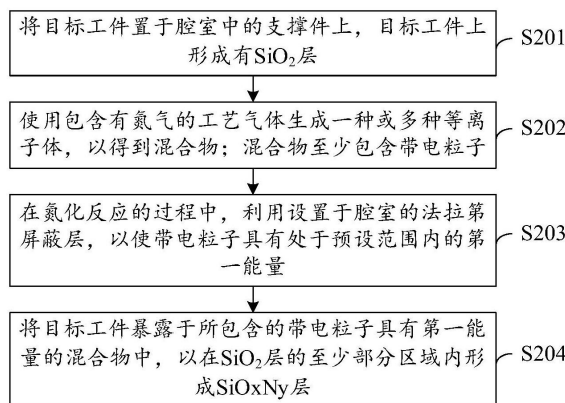
权利要求书3页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

工件处理方法、工件处理设备及半导体器件

(57) 摘要

本公开提供了一种工件处理方法、工件处理设备、及半导体器件，涉及半导体制造技术领域。工件处理方法包括：将目标工件置于腔室中的支撑件上，目标工件上形成有氧化硅层；使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体，以得到混合物；混合物中至少包含带电粒子；在氮化反应的过程中，利用设置于腔室的法拉第屏蔽层，以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量；将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中，以在氧化硅层的至少部分区域内形成氮氧化硅层。本公开实施例提供的工件处理方法、工件处理设备、及半导体器件能够满足先进制程的要求。



1. 一种工件处理方法,其特征在于,包括:

将目标工件置于腔室中的支撑件上,所述目标工件上形成有氧化硅层;

使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;所述混合物中至少包含带电粒子;

在氮化反应的过程中,利用设置于所述腔室的法拉第屏蔽层,以使所述带电粒子具有处于预设范围内的第一能量;

将所述目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的所述混合物中,以在所述氧化硅层的至少部分区域内形成氮氧化硅层。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一能量小于第二能量;所述第二能量为所述腔室未设置所述法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的能量。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,具有第一能量的带电粒子的密度小于具有第二能量的带电粒子的密度。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的方法,其中,在所述氮化反应完成之后,形成的所述氮氧化硅层的掺氮深度为第一深度;所述第一深度小于第二深度,所述第二深度为所述腔室未设置所述法拉第屏蔽层的情况下,在所述氮化反应完成之后,形成的氮氧化硅层的掺氮深度。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,与所述第一深度对应的第一气体含量为第一含量,与所述第二深度对应的第二气体含量为第二含量;所述第一含量与第二含量之间的差值小于预设阈值,所述第一含量为所述腔室设置所述法拉第屏蔽层的情况下,注入所述腔室中氮气的总含量,所述第二含量为所述腔室未设置所述法拉第屏蔽层的情况下,注入所述腔室中氮气的总含量。

6. 根据权利要求4所述的方法,还包括:

在所述法拉第屏蔽层从第一结构特征调整至第二结构特征的情况下,所述第一深度从第一值降低至第二值;所述第一结构特征所对应的第一射频通过率小于所述第二结构特征所对应的第二射频通过率。

7. 根据权利要求4所述的方法,其中,第一深度的范围为约3埃至约10埃。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述工艺气体还包括惰性气体。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述惰性气体包括氩气和/或氦气。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述工艺气体中各组分的体积比为:

所述氮气:约60%~约80%;

所述惰性气体:约20%~约40%。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,腔室的处理参数包括以下一个或多个:

压力:约5毫托~约40毫托;

射频源功率:约1400瓦~约2200瓦;

温度:约30摄氏度~约50摄氏度;

所述工艺气体的流速:约50标准立方厘米每分钟~约400标准立方厘米每分钟;

工件处理时间:约60秒~约180秒。

12. 一种工件处理设备,其特征在于,包括:

等离子体腔室,用于接收工艺气体;

处理腔室,设置有用于支撑目标工件的支撑件,所述目标工件上形成有氧化硅层;
感应元件,用于诱导在所述等离子体腔室中产生等离子体;
偏置源,用于向所述感应元件提供射频电源;

控制器,用于控制所述偏置源和所述感应元件,以实施工件处理工艺,所述工件处理工艺包括以下操作:

通过控制所述偏置源,向所述感应元件提供射频能量,以使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;所述混合物中至少包含带电粒子;

在氮化反应的过程中,利用设置于所述等离子体腔室的法拉第屏蔽层,以使所述带电粒子具有处于预设范围内的第一能量;

将所述目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的所述混合物中,以在所述氧化硅层的至少部分区域内形成氮氧化硅层。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述等离子体腔室和所述处理腔室为同一腔室。

14. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述第一能量小于第二能量;所述第二能量为所述等离子体腔室未设置所述法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的能量。

15. 根据权利要求14所述的设备,其中,具有第一能量的带电粒子的密度小于具有第二能量的带电粒子的密度。

16. 根据权利要求12~15中任一项所述的设备,其中,在所述氮化反应完成之后,形成的所述氮氧化硅层的掺氮深度为第一深度;所述第一深度小于第二深度,所述第二深度为所述等离子体腔室未设置所述法拉第屏蔽层的情况下,在所述氮化反应完成之后,形成的氮氧化硅层的掺氮深度。

17. 根据权利要求16所述的设备,其中,与所述第一深度对应的第一气体含量为第一含量,与所述第二深度对应的第二气体含量为第二含量;所述第一含量与第二含量之间的差值小于预设阈值,所述第一含量为所述等离子体腔室设置所述法拉第屏蔽层的情况下,注入所述等离子体腔室中氮气的总含量,所述第二含量为所述等离子体腔室未设置所述法拉第屏蔽层的情况下,注入所述等离子体腔室中氮气的总含量。

18. 根据权利要求16所述的设备,所述工件处理工艺还包括:

在所述法拉第屏蔽层从第一结构特征调整至第二结构特征的情况下,所述第一深度从第一值降低至第二值;所述第一结构特征所对应的第一射频通过率小于所述第二结构特征所对应的第二射频通过率。

19. 根据权利要求16所述的设备,其中,第一深度的范围为约3埃至约10埃。

20. 根据权利要求12所述的设备,其中,所述工艺气体还包括惰性气体。

21. 根据权利要求20所述的设备,其中,所述惰性气体包括氩气和/或氦气。

22. 根据权利要求20所述的设备,其中,所述工艺气体中各组分的体积比为:

所述氮气:约60%~约80%;

所述惰性气体:约20%~约40%。

23. 根据权利要求13所述的设备,其中,腔室的处理参数包括以下一个或多个:

压力:约5毫托~约40毫托;

射频源功率:约1400瓦~约2200瓦;

温度:约30摄氏度~约50摄氏度;

所述工艺气体的流速:约50标准立方厘米每分钟~约400标准立方厘米每分钟;

工件处理时间:约60秒~约180秒。

24. 一种半导体器件,其特征在于,所述半导体器件包括通过权利要求1~11中任一项所述的方法获得的目标工件,所述目标工件上包括氧化硅层,以及所述氧化硅层的至少部分区域内形成的氮氧化硅层,所述氮氧化硅层的掺氮深度范围为约3埃至约10埃。

工件处理方法、工件处理设备及半导体器件

技术领域

[0001] 本公开涉及半导体制造技术领域,尤其涉及一种工件处理方法、工件处理设备及半导体器件。

背景技术

[0002] 随着半导体制造技术的不断迭代,为其能够保持良好的栅极控制能力,通常可以在栅极下面的介电质层(一般为氧化硅层)掺杂氮元素,以通过提高介电质层的介电常数,使得半导体器件能够保持良好的栅极控制能力。然而,介电质层的厚度也在不断减小,使得掺杂的氮元素容易穿透介电质层,这反而会降低半导体器件的性能。因此,如何保证在介电质层掺杂氮元素时,能够控制氮元素在介电质层中掺杂的深度,以满足先进制程的要求就显得至关重要了。

发明内容

[0003] 本公开提供了一种工件处理方法、工件处理设备及半导体器件。

[0004] 根据本公开的第一方面,提供了一种工件处理方法,包括:

[0005] 将目标工件置于腔室中的支撑件上,目标工件上形成有氧化硅层;

[0006] 使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;混合物中至少包含带电粒子;

[0007] 在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量;

[0008] 将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在氧化硅层的至少部分区域内形成氮氧化硅层。

[0009] 在一些可选的实施方式中,第一能量小于第二能量,第二能量为腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的能量。

[0010] 在一些可选的实施方式中,具有第一能量的带电粒子的密度小于具有第二能量的带电粒子的密度。

[0011] 在一些可选的实施方式中,在氮化反应完成之后,形成的氮氧化硅层的掺氮深度为第一深度;第一深度小于第二深度,第二深度为腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,在氮化反应完成之后,形成的氮氧化硅层的掺氮深度。

[0012] 在一些可选的实施方式中,与第一深度对应的第一气体含量为第一含量,与第二深度对应的第二气体含量为第二含量;第一含量与第二含量之间的差值小于预设阈值,第一含量为腔室设置法拉第屏蔽层的情况下,注入腔室中氮气的总含量,第二含量为腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,注入腔室中氮气的总含量。

[0013] 在一些可选的实施方式中,还包括:

[0014] 在法拉第屏蔽层从第一结构特征调整至第二结构特征的情况下,第一深度从第一值降低至第二值;第一结构特征所对应的第一射频通过率小于第二结构特征所对应的第二

射频通过率。

[0015] 在一些可选的实施方式中,第一深度的范围为约3埃至约10埃。

[0016] 在一些可选的实施方式中,工艺气体还包括惰性气体。

[0017] 在一些可选的实施方式中,惰性气体包括氩气和/或氦气。

[0018] 在一些可选的实施方式中,工艺气体中各组分的体积比为:

[0019] 氮气:约60%~约80%;

[0020] 惰性气体:约20%~约40%。

[0021] 在一些可选的实施方式中,腔室的处理参数包括以下一个或多个:

[0022] 压力:约5毫托~约40毫托;

[0023] 射频源功率:约1400瓦~约2200瓦;

[0024] 温度:约30摄氏度~约50摄氏度;

[0025] 工艺气体的流速:约50标准立方厘米每分钟~约400标准立方厘米每分钟;

[0026] 工件处理时间:约60秒~约180秒。

[0027] 根据本公开的第二方面,提供了一种工件处理设备,包括:

[0028] 等离子体腔室,用于接收工艺气体;

[0029] 处理腔室,设置有用于支撑目标工件的支撑件,目标工件上形成有氧化硅层;

[0030] 感应元件,用于诱导在等离子体腔室中产生等离子体;

[0031] 偏置源,用于向感应元件提供射频电源;

[0032] 控制器,用于控制偏置源和感应元件,以实施工件处理工艺,工件处理工艺包括以下操作:

[0033] 通过控制偏置源,向感应元件提供射频能量,以使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;混合物中至少包含带电粒子;

[0034] 在氮化反应的过程中,利用设置于等离子体腔室的法拉第屏蔽层,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量;

[0035] 将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在氧化硅层的至少部分区域内形成氮氧化硅层。

[0036] 在一些可选的实施方式中,等离子体腔室和处理腔室为同一腔室。

[0037] 在一些可选的实施方式中,第一能量小于第二能量,第二能量为等离子体腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的能量。

[0038] 在一些可选的实施方式中,具有第一能量的带电粒子的密度小于具有第二能量的带电粒子的密度。

[0039] 在一些可选的实施方式中,在氮化反应完成之后,形成的氮氧化硅层的掺氮深度为第一深度;第一深度小于第二深度,第二深度为等离子体腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,在氮化反应完成之后,形成的氮氧化硅层的掺氮深度。

[0040] 在一些可选的实施方式中,与第一深度对应的第一气体含量为第一含量,与第二深度对应的第二气体含量为第二含量;第一含量与第二含量之间的差值小于预设阈值,第一含量为等离子体腔室设置法拉第屏蔽层的情况下,注入等离子体腔室中氮气的总含量,第二含量为等离子体腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,注入等离子体腔室中氮气的总含量。

- [0041] 在一些可选的实施方式中,工件处理工艺还包括:
- [0042] 在法拉第屏蔽层从第一结构特征调整至第二结构特征的情况下,第一深度从第一值降低至第二值;第一结构特征所对应的第一射频通过率小于第二结构特征所对应的第二射频通过率。
- [0043] 在一些可选的实施方式中,第一深度的范围为约3埃至约10埃。
- [0044] 在一些可选的实施方式中,工艺气体还包括惰性气体。
- [0045] 在一些可选的实施方式中,惰性气体包括氩气和/或氦气。
- [0046] 在一些可选的实施方式中,工艺气体中各组分的体积比为:
- [0047] 氮气:约60%~约80%;
- [0048] 惰性气体:约20%~约40%。
- [0049] 在一些可选的实施方式中,腔室的处理参数包括以下一个或多个:
- [0050] 压力:约5毫托~约40毫托;
- [0051] 射频源功率:约1400瓦~约2200瓦;
- [0052] 温度:约30摄氏度~约50摄氏度;
- [0053] 工艺气体的流速:约50标准立方厘米每分钟~约400标准立方厘米每分钟;
- [0054] 工件处理时间:约60秒~约180秒。
- [0055] 根据本公开的第三方面,提供了一种半导体器件,半导体器件包括通过第一方面所提供的方法获得的目标工件,目标工件上包括氧化硅层,以及氧化硅层的至少部分区域内形成的氮氧化硅层,氧化硅层的掺氮深度范围为约3埃至约10埃。
- [0056] 通过本公开提供的技术方案,可以将目标工件置于腔室中的支撑件上,目标工件上形成有氧化硅层;使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;混合物中至少包含带电粒子;在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量;将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在氧化硅层的至少部分区域内形成氮氧化硅层。在氮化反应的过程中,由于利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量,因此,在将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在氧化硅层的至少部分区域内形成氮氧化硅层的过程中,带电粒子具有的第一能量较低,这能够有效降低氮氧化硅层的掺氮深度,从而满足先进制程的要求。
- [0057] 应当理解,本部分所描述的内容并非旨在标识本公开的实施例的关键或重要特征,也不用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

附图说明

- [0058] 附图用于更好地理解本方案,不构成对本公开的限定。其中:
- [0059] 图1为现有技术提供的一种多层钝化方案的实施过程示意图;
- [0060] 图2为本公开实施例提供的一种工件处理方法的流程示意图;
- [0061] 图3A为本公开实施例提供的一种法拉第屏蔽层在第一视角的结构示意图;
- [0062] 图3B为本公开实施例提供的一种法拉第屏蔽层在第二视角的结构示意图;
- [0063] 图4为本公开实施例提供的一种法拉第屏蔽层的设置方式示意图;
- [0064] 图5为本公开实施例提供的一种工件处理过程示意图;

[0065] 图6为本公开实施例提供的一种第一深度和第二深度的对比示意图；

[0066] 图7为根据本公开实施例提供的一种工件处理的剖面图。

具体实施方式

[0067] 以下结合附图对本公开的示范性实施例做出说明，其中包括本公开实施例的各种细节以助于理解，应当将它们认为仅仅是示范性的。因此，本领域普通技术人员应当认识到，可以对这里描述的实施例做出各种改变和修改，而不会背离本公开的范围和精神。同样，为了清楚和简明，以下的描述中省略了对公知功能和结构的描述。

[0068] 随着半导体制造技术的不断迭代，不断变薄的栅极介电质层已无法满足对于栅极控制能力的需求。

[0069] 为解决上述问题，可以对目标工件栅极下方作为介电质层的氧化硅(SiO_2)层进行氮化处理，在 SiO_2 层的至少部分区域内形成一层氮氧化硅(SiO_xN_y)层，从而提高其介电常数，以在一定程度上提高包括该目标工件的半导体器件的栅极控制能力，从而提高半导体器件的性能。

[0070] 请结合图1，示例性的，可以将目标工件101置于腔室中的支撑件102上，目标工件101的Si基底1011上形成有 SiO_2 层1012。然后，使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体，以得到混合物103，该混合物103包含带电粒子1031和自由基1032。最后，将目标工件101暴露于混合物103中，以对 SiO_2 层1012进行氮化处理，在 SiO_2 层1012的至少部分区域内形成 SiO_xN_y 层1013。

[0071] 然而，经发明人研究发现，对 SiO_2 层1012进行氮化处理，在 SiO_2 层1012的至少部分区域内形成 SiO_xN_y 层1013的过程中，由于混合物103中包含较大比例的带电粒子1031，因此，带电粒子1031具有较高能量，这会提高 SiO_xN_y 层1013的掺氮深度L1(氮元素1014在 SiO_xN_y 层1013中的浓度达到最大时，氮元素1014在 SiO_xN_y 层1013中的渗透深度)。由于先进制程的介电质层普遍较薄，较深的掺杂深度容易使得N元素穿透介电质层，而进入下方的硅区，这反而会降低半导体器件的性能。因此，先进制程既要求介电质层中掺杂的N元素具有足够的浓度，又要求N元素的掺杂深度尽可能低。

[0072] 为解决上述问题，本公开实施例提供了一种工件处理方法，该工件处理方法可以应用于工件处理设备。以下，将结合图2所示流程示意图，对本公开实施例提供的一种工件处理方法进行说明。需要说明的是，虽然在流程示意图中示出了逻辑顺序，但是，在某些情况下，也可以以其他顺序执行所示出或描述的步骤。

[0073] 步骤S201，将目标工件置于腔室中的支撑件上，目标工件上形成有 SiO_2 层。

[0074] 本公开实施例中，目标工件可以包括Si基底，以及形成在Si基底上的多层结构，该多层结构中包括 SiO_2 层。

[0075] 此外，需要说明的是，本公开实施例中，该腔室具体可以是处理腔室，或兼具处理腔室和等离子体腔室的腔室。也就是说，在实际应用中，本公开实施例提供的工件处理方法适用于处理腔室和等离子体腔室分开的工件处理设备，此时，支撑件设置于处理腔室中；同样地，本公开实施例提供的工件处理方法也适用于等离子体腔室与处理腔室属于同一腔室的工件设备。在一具体示例中，该工件处理设备可以是等离子体刻蚀机。

[0076] 还需要说明的是，本公开实施例中，目标工件可以是半导体器件，也可以是其他器

件。在一具体示例中,目标工件为半导体器件。

[0077] 步骤S202,使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;混合物至少包含带电粒子。

[0078] 在一具体示例中,工艺气体可以包括氮气;在另一具体示例中,工艺气体可以是混合气体,例如,除包括氮气之外,还可以包括惰性气体。其中,氮气可以包含N₂、NH₃或它们的混合。在工艺气体为混合气体的情况下,可以根据实际需求,调整工艺气体中各组分的体积比,本公开实施例对此不作限制。

[0079] 可以理解的是,在实际应用中,在工艺气体为混合气体的情况下,可以先将各组分进行混合,再注入腔室中;或,先后(该先后顺序不作限制)将各组分注入腔室,使得各组分在腔室中混合。例如,先将氮气注入腔室,再将惰性气体注入腔室,使得氮气和惰性气体在腔室中混合。再例如,先将惰性气体注入腔室,再氮气将注入腔室,使得氮气和惰性气体在腔室中混合。

[0080] 此外,需要说明的是,本公开实施例中,等离子体是对工艺气体进行解离之后所得,比如,等离子体是对氮气进行解离之后,生成的等离子态物质包含电子、离子和自由基。其中,电子和离子属于带电粒子,自由基属于中性粒子。也就是说,本公开实施例中,混合物实际至少包含对氮气进行解离之后生成的带电粒子和自由基。

[0081] 还需要说明的是,在实际应用中,若本公开实施例提供的工件处理方法在处理腔室和等离子体腔室分离的工件处理设备上实施,此时,生成一种或多种等离子体,以得到混合物的步骤可以在等离子体腔室进行,在生成一种或多种等离子体,以得到混合物之后,再将混合物引入处理腔室,以完成后续的工件处理流程。

[0082] 步骤S203,在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量。

[0083] 本公开实施例中,在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,降低带电粒子的能量,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量。在一具体示例中,可以降低带电粒子的加速能量,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量。

[0084] 请结合图3A和图3B,本公开实施例中,法拉第屏蔽层301可以通过导电材料制造而成的镂空状屏蔽结构,其上设置有条形状或其他形状的开口3011,作为射频能量的通道。例如,可以按照圆周阵列方式,在法拉第屏蔽层301上设置多个条形状的开口3011,作为射频能量的通道。此外,一具体示例中,导电材料可以是铝(Al)、铁(Fe)、铜(Cu)等金属材料,本公开实施例对此不作限制。在实际应用中,法拉第屏蔽层301可以接地。

[0085] 请结合图4,本公开实施例中,工件处理设备可以包括腔室401、支撑件402、介电窗403、喷淋头404、感应元件405和法拉第屏蔽层406。

[0086] 其中,支撑件402设置于腔室401的内部空间4011,以用于支撑目标工件407,介电窗403设置于支撑件402上方,并充当内部空间4011的顶板。介电窗403包括中心部分4031和成角度的外围部分4032、且中心部分4031提供了用于设置喷淋头404的空间,以将包含有氮气的工艺气体注入到内部空间4011中。感应元件405设置于介电窗403的上方,用于在通过偏置源(图中未示出)向其提供射频能量时,在内部空间4011中使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物408,该混合物至少包含带电粒子4081和自由基4082。

[0087] 本公开实施例中,法拉第屏蔽层406设置于腔室401,例如,设置于感应元件405与介电窗403之间,其可以用于降低带电粒子的加速能量,以使带电粒子4081具有处于预设范围内的第一能量。具体地,利用法拉第屏蔽层406可以减少混合物408中带电粒子4081的密度,使得带电粒子4081的对地电势差会降低,从而降低带电粒子4081的加速能量,使得带电粒子4081具有处于预设范围内的第一能量。

[0088] 步骤S204,将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xNy 层。

[0089] 将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中之后,混合物中包含的自由基会与 SiO_2 层起氮化反应,以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xNy 层。

[0090] 请结合图5,目标工件501的Si基底5011上形成有 SiO_2 层5012,在执行步骤S201、步骤S202和步骤S203之后,由于设置了法拉第屏蔽层502,带电粒子5031的对地电势差会降低,从而降低带电粒子5031的加速能量,使得带电粒子5031具有处于预设范围内的第一能量。那么,在将目标工件501暴露于所包含的带电粒子5031具有第一能量的混合物503中,以在 SiO_2 层5012的至少部分区域内形成 SiO_xNy 层5013的过程中,带电粒子具有的第一能量较低,这能够有效降低 SiO_xNy 层5013的掺氮深度L2(氮元素5014在 SiO_xNy 层5013中的浓度达到最大时,氮元素5014在 SiO_xNy 层5013中的渗透深度)。

[0091] 基于以上描述,可以理解的是,本公开实施例中,掺氮深度具体可以是氮元素在 SiO_xNy 层中的浓度达到最大时,氮元素在 SiO_xNy 层中的渗透深度。

[0092] 通过本公开实施例提供的工件处理方法,可以将目标工件置于腔室中的支撑件上,目标工件上形成有 SiO_2 层;使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;混合物中至少包含带电粒子;在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量;将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xNy 层。在氮化反应的过程中,由于利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量,因此,在将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xNy 层的过程中,带电粒子具有的第一能量较低,这能够有效降低 SiO_xNy 层的掺氮深度,从而满足先进制程的要求,也即,在 SiO_2 层掺杂的N元素具有足够的浓度、且N元素的掺杂深度较低。

[0093] 本公开实施例中,在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,降低带电粒子的加速能量,以使带电粒子具有第一能量。基于此,可以理解的是,本公开实施例中,第一能量小于第二能量;第二能量为腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的能量。

[0094] 如前所述的,在腔室设置法拉第屏蔽层的情况下,利用法拉第屏蔽层可以减少混合物中带电粒子的密度,那么,带电粒子的对地电势差会降低,从而降低带电粒子的加速能量,使得带电粒子具有处于预设范围内的第一能量。而相对在腔室设置法拉第屏蔽层的方案而言,在腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的密度较大,那么,其对地电势差和加速能量也会处于较高水平,因此,该混合物中带电粒子具有的第二能量一定是大于第一能量的。换言之,具有第一能量的带电粒子的密度小于具有第二能量的带电粒子的密度,因此,第一能量小于第二能量。

[0095] 本公开实施例中,在氮化反应完成之后,形成的 SiO_xNy 层的掺氮深度为第一深度;第一深度小于第二深度,第二深度为腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,在氮化反应完成之后,形成的 SiO_xNy 层的掺氮深度。

[0096] 如前所述的,在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,降低带电粒子的加速能量,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量,第一能量小于第二能量;第二能量为腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的能量。因此,在将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xNy 层的过程中,带电粒子具有的第一能量较低,这能够有效降低 SiO_xNy 层的掺氮深度,使得第一深度小于第二深度。

[0097] 为方便理解和对比,本公开实施例中,可以将第一深度看作图5所示 SiO_xNy 层5013的掺氮深度 L_2 ,将第二深度看作图1所示 SiO_xNy 层1013的掺氮深度 L_1 ,第一深度明显小于第二深度。

[0098] 此外,需要说明的是,本公开实施例中,与第一深度对应的第一气体含量为第一含量,与第二深度对应的第二气体含量为第二含量;第一含量与第二含量之间的差值小于预设阈值;第一含量为腔室设置法拉第屏蔽层的情况下,注入腔室中氮气的总含量,第二含量为腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,注入腔室中氮气的总含量。

[0099] 其中,预设阈值可以是一个较小值,例如,10标准立方厘米(Cm^3)。也就是说,本公开实施例中,在注入腔室中氮气的总含量基本接近的情况下,第一深度是小于第二深度的。基于此,可以进一步确定,本公开实施例所中,第一深度小于第二深度,是由于在氮化反应的过程中,利用设置于腔室的法拉第屏蔽层,降低带电粒子的加速能量,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量,因此,在将目标工件暴露于混合物中,以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xNy 层的过程中,带电粒子具有的第一能量较低,能够有效降低 SiO_xNy 层的掺氮深度。

[0100] 请结合图6,示例性的,通过本公开实施例提供的工件处理方法,在注入腔室中氮气的总含量为第一含量 V_1 的情况下,在氮化反应完成之后,形成的 SiO_xNy 层的掺氮深度为第一深度 L_3 (氮元素在该 SiO_xNy 层中的浓度达到最大时,氮元素在该 SiO_xNy 层中的渗透深度),第一深度 L_3 为约6.5 埃(\AA),而在注入腔室中氮气的总含量为第二含量 V_2 、且腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,在氮化反应完成之后,形成的 SiO_xNy 层的掺氮深度为第二深度 L_4 (氮元素在该 SiO_xNy 层中的浓度达到最大时,氮元素在该 SiO_xNy 层中的渗透深度),第二深度 L_4 为约12 \AA 。其中,第一含量 V_1 可以通过曲线 T_1 与坐标轴(X轴和Y轴)之间围成的面积表征,第二含量 V_2 可以通过曲线 T_2 与坐标轴之间围成的面积表征、且第一含量 V_1 和第二含量 V_2 之间的差值小于预设阈值,也即,第一含量 V_1 和第二含量 V_2 基本接近。

[0101] 显然,本公开实施例中,在注入腔室中氮气的总含量基本接近的情况下,第一深度 L_3 是小于第二深度 L_4 的。

[0102] 本公开实施例中,还可以通过对法拉第屏蔽层的结构特征进行优化,以提高其射频通过率。基于此,本公开实施例提供的工件处理方法还可以包括:

[0103] 在法拉第屏蔽层从第一结构特征调整至第二结构特征的情况下,第一深度从第一值降低至第二值;第一结构特征所对应的第一射频通过率小于第二结构特征所对应的第二

射频通过率。

[0104] 本公开实施例中,第二结构特征相对于第一结构特征,采用了以下一个或多个结构特征优化方案:

[0105] 在法拉第屏蔽层上开口的基本结构(形状和尺寸)相同的情况下,增加开口的设置数量,例如,第一结构特征包括开口的设置数量为100个,则可以将开口的设置数量调整为大于100个,具体可以是120个,或150个,或180个,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可;

[0106] 降低法拉第屏蔽层的厚度,例如,第一结构特征包括法拉第屏蔽层的厚度为5毫米(Mm),则可以将法拉第屏蔽层的厚度调整为小于5Mm,具体可以是4Mm,或3.5Mm,或3Mm,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可;

[0107] 降低开口的侧壁粗糙度,例如,第一结构特征包括开口的侧壁粗糙度为0.05微米(Um),则可以将开口的侧壁粗糙度调整为小于0.05Um,具体可以是0.02Um,或0.01Um,或0.005Um,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可。

[0108] 通过以上设置,本公开实施例中,可以提高法拉第屏蔽层的射频通过率,使得第一深度可以从第一值降低至第二值,从而满足先进制程的要求,也即,在SiO₂层掺杂的N元素具有足够的浓度、且N元素的掺杂深度较低。

[0109] 本公开实施例中,第一深度的范围为约3Å至约10Å。

[0110] 此外,在一些可选的实施方式中,工艺气体还包括惰性气体,例如,氩气(Ar)和/或氦气(He),用于增加氮气的解离率。

[0111] 在一些可选的实施方式中,工艺气体中各组分的体积比为:

[0112] 氮气:约60%~约80%,例如,在一具体示例中,氮气的体积比例为60%,或70%,或80%,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可;

[0113] 惰性气体:约20%~约40%,例如,在一具体示例中,惰性气体的体积比例为20%,或30%,或40,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可。

[0114] 例如,工艺气体中氮气的体积比为约60%,则工艺气体中惰性气体的体积比为约40%。再例如,工艺气体中氮气的体积比为约70%,则工艺气体中惰性气体的体积比为约30%。又例如,工艺气体中氮气的体积比为约80%,则工艺气体中惰性气体的体积比为约20%。

[0115] 此外,需要说明的是,本公开实施例中,惰性气体对会对SiO₂层产生轰击,因此,惰性气体也可以用于调整SiO_xN_y层的掺氮深度。基于此,在实际应用中,还可以通过调整惰性气体的体积比例,实现调整SiO_xN_y层的掺氮深度的目的。比如,将工艺气体所包含的惰性气体的含量从第一值降到第二值,而将第一深度从第三值降到第四值。

[0116] 在一些可选的实施方式中,腔室的处理参数包括以下一个或多个:

[0117] 压力:约5毫托(MTorr)~约40MTorr,例如,在一具体示例中,压力为5MTorr,或25MTorr,或40MTorr,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可;

[0118] 射频源功率:约1400瓦(W)~约2200W,例如,在一具体示例中,射频源功率为1400W,或1800W,或2200W,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可;

[0119] 温度:约30(°C)~约50°C,例如,在一具体示例中,温度为30°C,或40°C,或50°C,本

公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可;

[0120] 工艺气体的流速:约50标准立方厘米每分钟(Cm^3/Min)~约400标准 Cm^3/Min ,例如,在一具体示例中,工艺气体的气体流量为50标准 Cm^3/Min ,或250标准 Cm^3/Min ,或400标准 Cm^3/Min ,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可;

[0121] 工件处理时间:约60秒(S)~约180S,例如,在一具体示例中,工件处理时间为60S,或120S,或180S,本公开实施例对此不作具体限制,只需要根据实际需求调整即可。

[0122] 其中,压力可以理解为混合物所在腔室的压力。例如,在处理腔室和等离子体腔室分离的工件处理设备实施时,该混合物的压力,可以是处理腔室的压力。

[0123] 在腔室中具有以上处理参数的情况下,能够增加氮气的解离率,同时,可以尽量避免混合物中包括的自由基复合回气态,以使混合物中自由基的含量能够满足工件处理需求。

[0124] 本公开实施例还提供了一种工件处理设备,包括:

[0125] 等离子体腔室,用于接收工艺气体;

[0126] 处理腔室,设置有用于支撑目标工件的支撑件,目标工件上形成有 SiO_2 层;

[0127] 感应元件,用于诱导在等离子体腔室中产生等离子体;

[0128] 偏置源,用于向感应元件提供射频电源;

[0129] 控制器,用于控制偏置源和感应元件,以实施工件处理工艺,工件处理工艺包括以下操作:

[0130] 通过控制偏置源,向感应元件提供射频能量,以使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到混合物;混合物中至少包含带电粒子;

[0131] 在氮化反应的过程中,利用设置于等离子体腔室的法拉第屏蔽层,以使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量;

[0132] 将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xN_y 层。

[0133] 在一些可选的实施方式中,等离子体腔室和处理腔室为同一腔室。

[0134] 在一些可选的实施方式中,第一能量小于第二能量;第二能量为等离子体腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,得到的混合物中带电粒子的能量。

[0135] 在一些可选的实施方式中,具有第一能量的带电粒子的密度小于具有第二能量的带电粒子的密度。

[0136] 在一些可选的实施方式中,在氮化反应完成之后,形成的 SiO_xN_y 层的掺氮深度为第一深度;第一深度小于第二深度,第二深度为等离子体腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,在氮化反应完成之后,形成的 SiO_xN_y 层的掺氮深度。

[0137] 在一些可选的实施方式中,与第一深度对应的第一气体含量为第一含量,与第二深度对应的第二气体含量为第二含量;第一含量与第二含量之间的差值小于预设阈值,第一含量为等离子体腔室设置法拉第屏蔽层的情况下,注入等离子体腔室中氮气的总含量,第二含量为等离子体腔室未设置法拉第屏蔽层的情况下,注入等离子体腔室中氮气的总含量。

[0138] 在一些可选的实施方式中,工件处理工艺还包括:

[0139] 在法拉第屏蔽层从第一结构特征调整至第二结构特征的情况下,第一深度从第一

值降低至第二值；第一结构特征所对应的第一射频通过率小于第二结构特征所对应的第二射频通过率。

[0140] 在一些可选的实施方式中，第一深度的范围为约 3\AA 至约 10\AA 。

[0141] 在一些可选的实施方式中，工艺气体还包括惰性气体。

[0142] 在一些可选的实施方式中，惰性气体包括Ar和/或He。

[0143] 在一些可选的实施方式中，工艺气体中各组分的体积比为：

[0144] 氮气：约60%~约80%；

[0145] 惰性气体：约20%~约40%。

[0146] 在一些可选的实施方式中，腔室的处理参数包括以下一个或多个：

[0147] 压力：约5MTorr~约40MTorr；

[0148] 射频源功率：约1400W~约2200W；

[0149] 温度：约 30°C ~约 50°C ；

[0150] 工艺气体的流速：约50标准 Cm^3/Min ~约400标准 Cm^3/Min ；

[0151] 工件处理时间：约60秒~约180秒。

[0152] 本公开实施例为与前述工件处理方法对应的设备权项，因此，可参见上述方法实施例中的对应描述，此处不作赘述。

[0153] 通过本公开实施例提供的工件处理设备，可以将目标工件置于腔室中的支撑件上，目标工件上形成有 SiO_2 层；使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体，以得到混合物；混合物中至少包含带电粒子；在氮化反应的过程中，利用设置于腔室的法拉第屏蔽层，使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量；将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中，以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xN_y 层。在氮化反应的过程中，由于利用设置于腔室的法拉第屏蔽层，使带电粒子具有处于预设范围内的第一能量，因此，在将目标工件暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中，以在 SiO_2 层的至少部分区域内形成 SiO_xN_y 层的过程中，带电粒子具有的第一能量较低，这能够有效降低 SiO_xN_y 层的掺氮深度，从而满足先进制程的要求，也即，在 SiO_2 层掺杂的N元素具有足够的浓度、且N元素的掺杂深度较低。

[0154] 在一具体示例中，所述工件处理设备具体可以为等离子体刻蚀机700，如图7所示，等离子体刻蚀机700可以包括：

[0155] 限定竖直方向V和横向方向L的处理室（也即，处理腔室）701。

[0156] 设置在处理室701的内部空间702内的基座（也即，支撑件）704。基座704可被配置为在内部空间702内支撑衬底或本公开实施例中待进行刻蚀处理的工件706。介电窗710位于基座704的上方，并充当内部空间702的顶板。介电窗710包括中心部分712和成角度的外围部分714、且中心部分712提供了用于设置喷淋头720的空间，以将工艺气体注入到内部空间702中。

[0157] 在一些可选的实施方式中，等离子体刻蚀机700可以包括多个感应元件，例如，初级感应元件730和次级感应元件740，用于在内部空间702中，使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体。初级感应元件730和次级感应元件740可以各自包括线圈或天线元件，当被供应射频（Radio Frequency, RF）源功率时，其可以在处理室701的内部空间702中的工艺气体中感应等离子体。例如，可以配置第一RF产生器790，以通过匹配网络792将电磁

能提供给初级感应元件730。可以配置第二RF产生器796,以通过匹配网络794将电磁能提供给次级感应元件740。

[0158] 尽管本公开实施例使用了初级感应元件和次级感应元件等名词,但是,需要说明的是,术语初级和次级仅出于方便的目的而使用,并非用于限制本公开实施例。而且,在实际应用中,可以独立于初级线圈操作次级线圈。可以独立于次级线圈操作初级线圈。另外,在一具体示例中,等离子体刻蚀机700可以仅具有单个感应耦合元件。

[0159] 在一些可选的实施方式中,等离子体刻蚀机700可以包括围绕次级感应元件740设置的金属屏蔽件752。如此,金属屏蔽件752将初级感应元件730和次级感应元件740分开,以减少初级感应元件730和次级感应元件740之间的串扰。

[0160] 在一些可选的实施方式中,等离子体刻蚀机700可以包括设置在初级感应元件730和介电窗710之间的第一法拉第屏蔽件754。第一法拉第屏蔽件754可以是减小初级感应元件730和处理室701之间的电容耦合的开槽金属屏蔽件。如图7所示,第一法拉第屏蔽件754可装配在介电窗710的成角度的部分上方。

[0161] 此外,如前述工件处理方法实施例所述的,本公开实施例中,在将工件706置于处理室701中的基座704上,工件706上形成有 SiO_2 层、并使用包含有氮气的工艺气体生成一种或多种等离子体,以得到至少包含带电粒子的混合物之后,在氮化反应的过程中,可以利用第一法拉第屏蔽件754,降低带电粒子的加速能量,以使带电粒子具有第一能量,最后,将工件706暴露于所包含的带电粒子具有第一能量的混合物中,以在 SiO_2 层的至少部分区域上形成SiN层。

[0162] 在一些可选的实施方式中,金属屏蔽件752和第一法拉第屏蔽件754可以形成单一体750,以便于制造或其他目的。初级感应元件730的多匝线圈可以位于邻近该单一体750的第一法拉第屏蔽件754的位置。次级感应元件740可以位于接近该单一体750的金属屏蔽件752的位置,例如,位于金属屏蔽件752和介电窗710之间。

[0163] 初级感应元件730和次级感应元件740在金属屏蔽件752的相对侧上的布置允许初级感应元件730和次级感应元件740具有不同的结构配置并执行不同的功能。例如,初级感应元件730可以包括位于处理室701的外围部分附近的多匝线圈。初级感应元件730可以用于基本的等离子体产生和在固有瞬态点火阶段期间的可靠启动。初级感应元件730可以耦合到强大的RF产生器和昂贵的自动调谐匹配网络、且可以在增加的RF频率(例如,约13.56MHz)下操作。

[0164] 在一些可选的实施方式中,次级感应元件740可以用于校正和辅助功能以及用于在稳态操作期间改善等离子体的稳定性。此外,由于次级感应元件740可主要用于校正和辅助功能以及在稳态操作期间改善等离子体的稳定性,因此,次级感应元件740不必与初级感应元件730一样耦合到强大的RF产生器,可以进行不同且具有成本效益的设计,以克服与先前设计相关的困难。以下面详细讨论的,次级感应元件740也可以在较低的频率(例如,约2MHz)下操作,从而允许次级感应元件740非常紧凑、且装配在介电窗顶部的有限空间中。

[0165] 在一些可选的实施方式中,初级感应元件730和次级感应元件740可以以不同的频率操作。频率可以足够不同以减少初级感应元件730和次级感应元件740之间的等离子体中的串扰。例如,施加到初级感应元件730的频率可以为施加到次级感应元件730的频率的至少约1.5倍。在一具体示例中,施加到初级感应元件730的频率可以是约13.56MHz、且施加到

次级感应元件740的频率可以在约1.75MHz~约2.15MHz的范围内。也可以使用其他合适的频率,例如,约400kHz、约4MHz和约27MHz。尽管参考相对于次级感应元件740以更高频率操作的初级感应元件730来讨论本公开实施例,但是,本领域技术人员使用本文提供的公开内容应理解,可以在更高的频率下操作次级感应元件740而不偏离本公开的范围。

[0166] 在一些可选的实施方式中,次级感应元件740可以包括平面线圈742和磁通量集中器744。磁通量集中器744可以由铁氧体材料制成。将磁通量集中器与适当的线圈一起使用可以使次级感应元件740具有较高的等离子体耦合和良好的能量传输效率、且可以显著降低其与金属屏蔽件752的耦合。在次级感应元件740上使用较低的频率(例如,约2MHz)可增加表皮层,这也提高了等离子体加热效率。

[0167] 在一些可选的实施方式中,初级感应元件730和次级感应元件740可以承载不同的功能。例如,初级感应元件730可以用于执行点火期间等离子体产生的基本功能,并为次级感应元件740提供足够的启动(Priming)。初级感应元件730可以对等离子体和接地屏蔽件都具有耦合以稳定等离子体电势。与初级感应元件730关联的第一法拉第屏蔽件754避免了窗口溅射、且可以用于向接地屏蔽件提供耦合。

[0168] 可以在存在由初级感应元件730提供的良好等离子体启动的情况下操作附加线圈,因此,该附加线圈优选地对等离子体具有良好的等离子体耦合和良好能量传递效率。包括磁通量集中器744的次级感应元件740既对等离子体体积提供了良好的磁通量传递,同时,也提供了次级感应元件740与周围的金属屏蔽件752的良好解耦。磁通量集中器744和次级感应元件740的对称驱动进一步减小了线圈端与周围的接地元件之间的电压幅度。这可以减少圆顶的溅射,但同时会给等离子体带来一些小的电容耦合,这可以用来辅助点火。在一些可选的实施方式中,第二法拉第屏蔽件可以与该次级感应元件740结合使用以减少次级感应元件740的电容耦合。

[0169] 在一些可选的实施方式中,等离子体刻蚀机700可以包括设置在处理室701内的RF偏置电极760。等离子体刻蚀机700还可以包括设置在处理室701内的接地平面770,使得接地平面770沿着竖直方向V与RF偏置电极760间隔开。如图7所示,在一些可选的实施方式中,RF偏置电极760和接地平面770可以设置在基座704内。

[0170] 在一些可选的实施方式中,RF偏置电极760可以经由合适的匹配网络782耦合到RF源功率产生器780。当RF源功率产生器780向RF偏置电极760提供RF能量时,可以从处理室701中的混合物产生等离子体,以直接暴露于衬底706。在一些可选的实施方式中,RF偏置电极760可以限定沿着横向方向L在RF偏置电极760的第一端764和RF偏置电极760的第二端766之间延伸的RF区762。例如,在一些可选的实施方式中,RF区762可以沿着横向方向L从RF偏置电极760的第一端764跨越到RF偏置电极760的第二端766。RF区762可进一步沿着竖直方向V在RF偏置电极760和介电窗710之间延伸。

[0171] 应该理解的是,接地平面770沿着横向方向L的长度大于RF偏置电极760沿着横向方向L的长度。通过这种方式,接地平面770可以将由RF偏置电极760发射的RF能量引向衬底706。

[0172] 需要说明的是,针对等离子体刻蚀机700的描述中,术语“约”与数值的联合使用旨在所指数值的百分之十(10%)以内。

[0173] 这里,图7所示结构仅为示例性的,在实际应用中,等离子体刻蚀机700还可以基于

实际需求而包括其他功能组件等,本公开实施例对此不作限制。

[0174] 本公开实施例还提供了一种半导体器件,半导体器件包括通过前述工件处理方法获得的目标工件,目标工件上包括 SiO_2 层,以及 SiO_2 层的至少部分区域内形成的 SiO_xNy 层, SiO_2 层的掺氮深度范围为约 3\AA 至约 10\AA 。

[0175] 在本公开实施例提供的半导体器件包括的目标工件中, SiO_xNy 层的掺氮深度较低,从而满足先进制程的要求,也即,在 SiO_2 层掺杂的N元素具有足够的浓度、且N元素的掺杂深度较低。

[0176] 其中,半导体器件具体可以是逻辑处理器,存储器等。

[0177] 应该理解,可以使用上面所示的各种形式的流程,重新排序、增加或删除步骤。例如,本公开中记载的各步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行,只要能够实现本公开公开的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

[0178] 上述具体实施方式,并不构成对本公开保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本公开的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本公开保护范围之内。

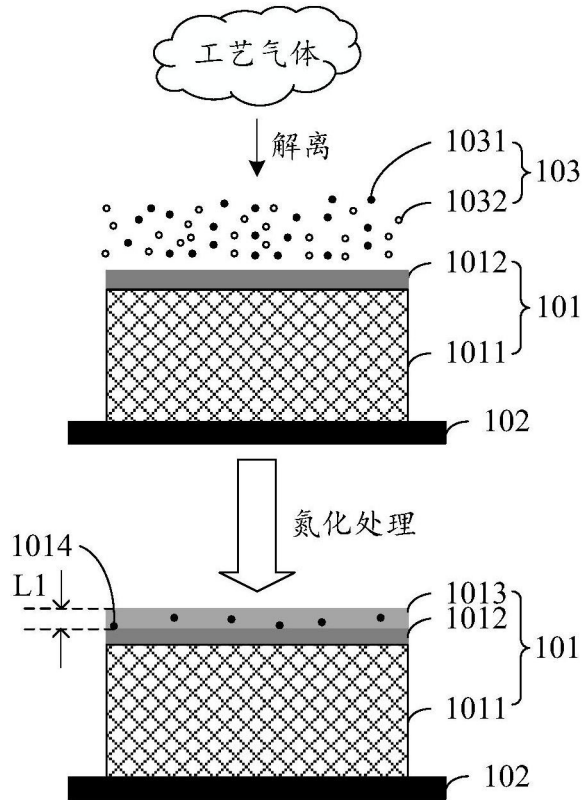


图1

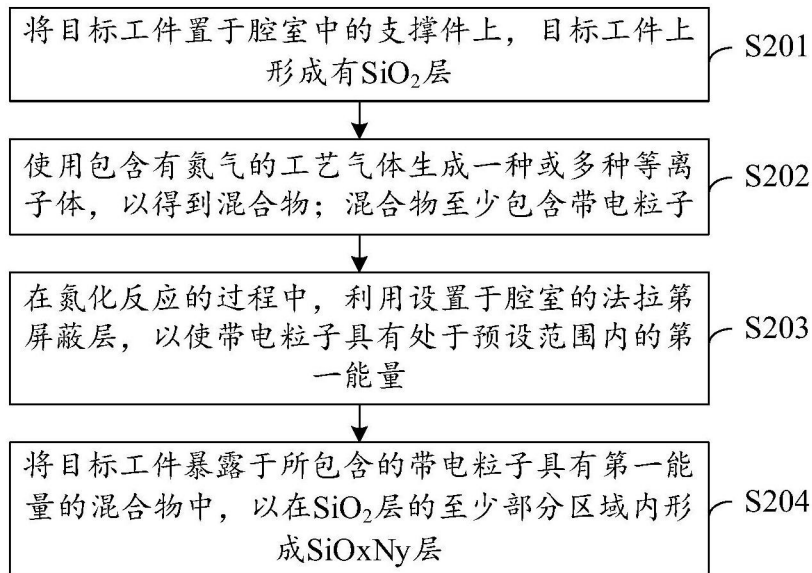


图2

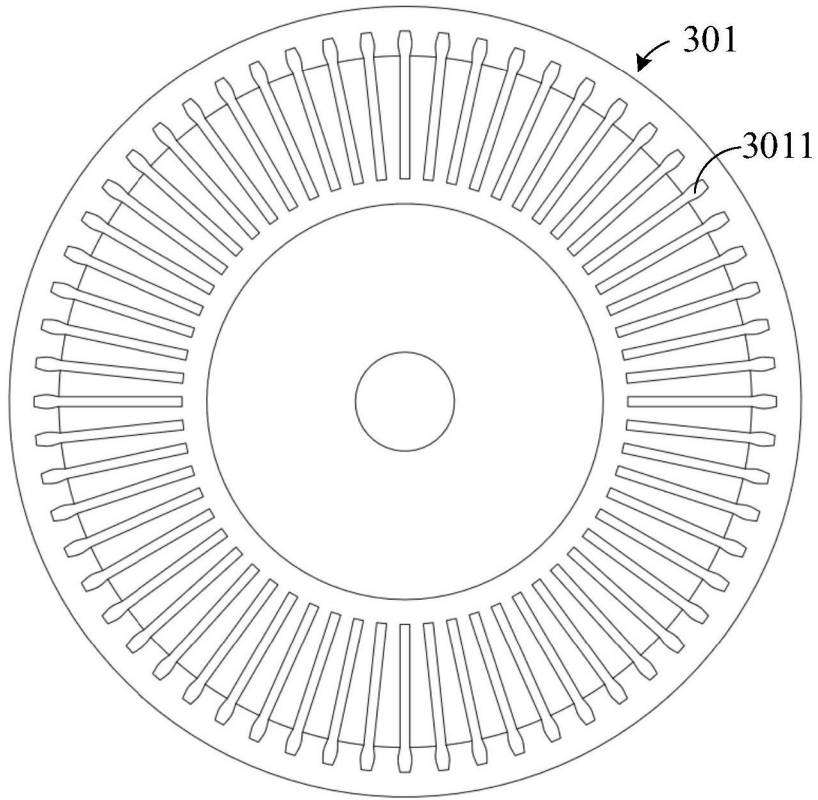


图3A

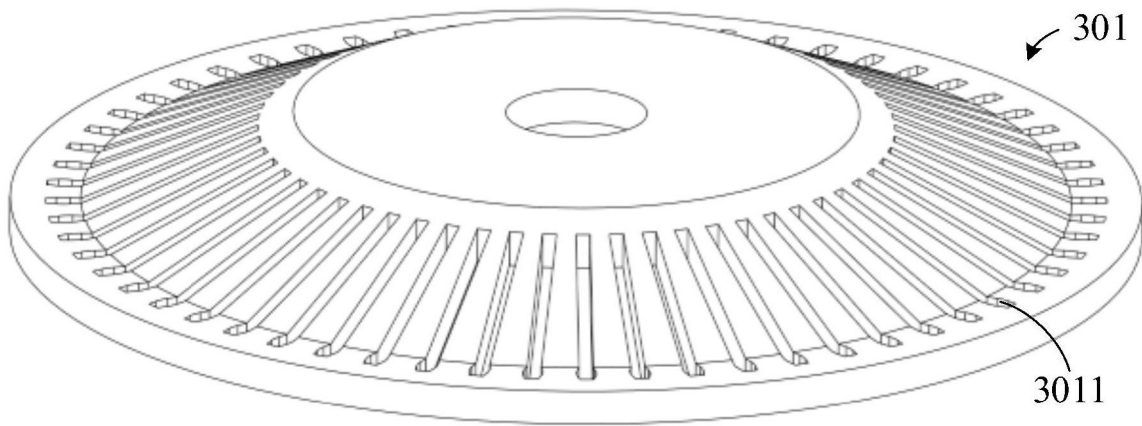


图3B

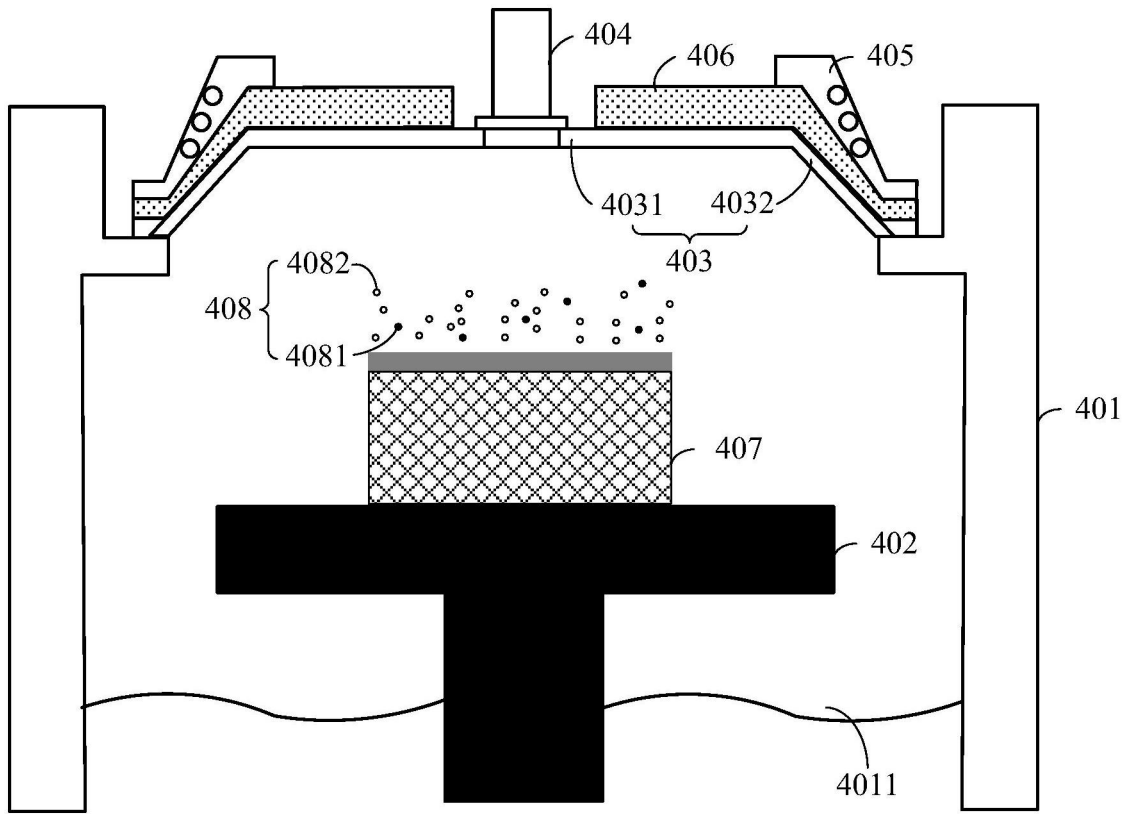


图4

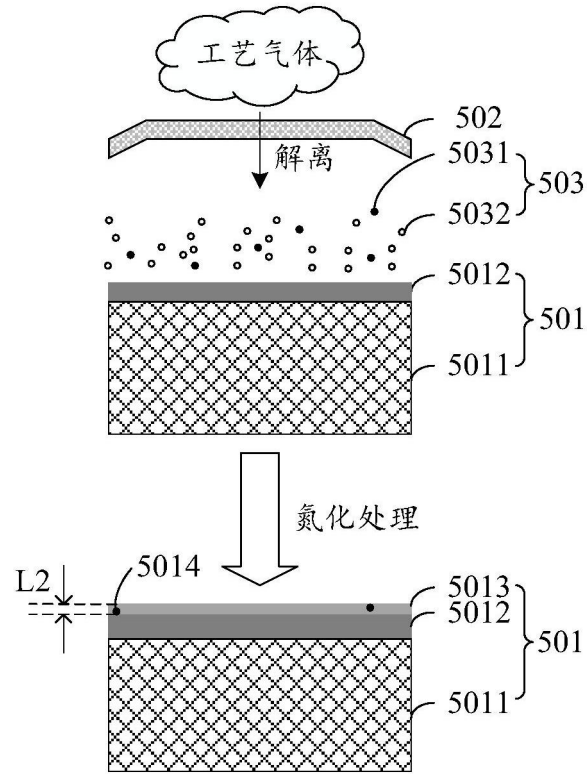


图5

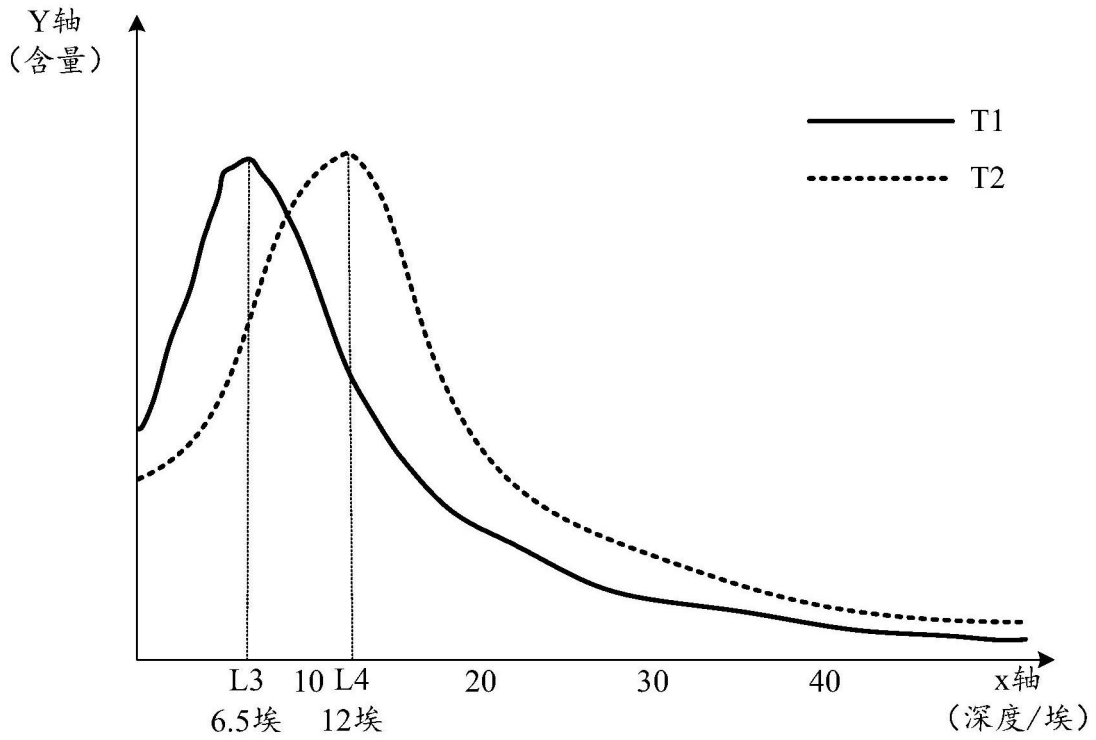


图6

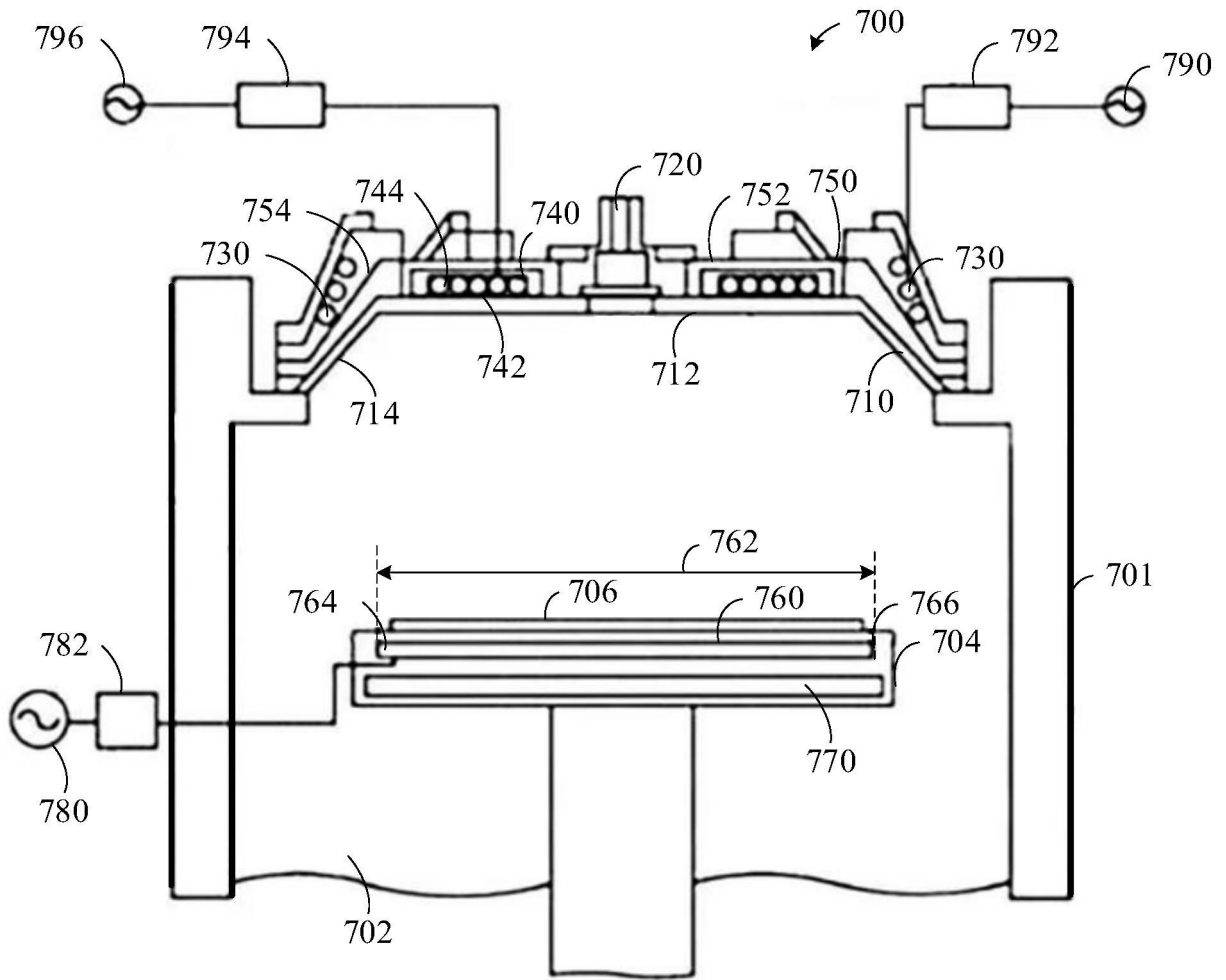


图7