

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 6 月 2 日 (02.06.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/110707 A1

- (51) 国际专利分类号:
G03F 7/20 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/096156
- (22) 国际申请日: 2021 年 5 月 26 日 (26.05.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011354059.2 2020 年 11 月 27 日 (27.11.2020) CN
- (71) 申请人: 长鑫存储技术有限公司 (**CHANGXIN MEMORY TECHNOLOGIES, INC.**) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道 388 号, Anhui 230000 (CN)。
- (72) 发明人: 高正彦 (**KAO, Jeng Yan**); 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道 388 号, Anhui 230000 (CN)。 潘凯 (**PAN, Kai**); 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园

兴业大道 388 号, Anhui 230000 (CN)。 鲁剑飞 (**LU, Jian Fei**); 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道 388 号, Anhui 230000 (CN)。 王建忠 (**WANG, Chien Chung**); 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道 388 号, Anhui 230000 (CN)。

(74) 代理人: 北京中政联科专利代理事务所 (普通合伙) (**BEIJING LINKAW PATENT ATTORNEY LAW FIRM**); 中国北京市昌平区北清路 TBD 云集中心 2 号楼 B 座 502, Beijing 102209 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: METHOD FOR PROCESSING ETCHING TOOL

(54) 发明名称: 刻蚀机台的处理方法

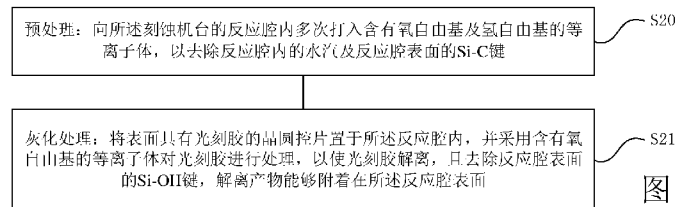


图 2

- S20 Pretreatment: introduce a plasma containing oxygen free radicals and hydrogen free radicals into a reaction cavity of an etching tool repeatedly, so as to remove moisture in the reaction cavity and Si-C bonds on the surface of the reaction cavity
- S21 Ashing treatment: place a control wafer having a surface with a photoresist into the reaction cavity, and process the photoresist using the plasma containing the oxygen free radicals to dissociate the photoresist and remove Si-OH bonds on the surface of the reaction cavity, wherein a dissociation product can adhere to the surface of the reaction cavity

(57) Abstract: Disclosed is a method for processing an etching tool. The method comprises: pretreatment: introducing a plasma containing oxygen free radicals and hydrogen free radicals into a reaction cavity of the etching tool repeatedly, so as to remove moisture from the reaction cavity and Si-C bonds on the surface of the reaction cavity; and an ashing treatment: placing a control wafer having a surface with a photoresist into the reaction cavity, and processing the photoresist using the plasma containing the oxygen free radicals to dissociate the photoresist and remove Si-OH bonds on the surface of the reaction cavity, wherein a dissociation product can adhere to the surface of the reaction cavity. According to the method for processing an etching tool of the application, the chemical bonding between the plasma and the surface of the reaction cavity can be avoided, so that the situation in which the amount of a particulate matter in subsequent test machine operations is too high is avoided, the down time of the etching tool is greatly shortened, and the down frequency of the etching tool is greatly reduced.



PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请公开了一种刻蚀机台的处理方法包括: 预处理: 向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体, 以去除反应腔内的水汽及反应腔表面的Si-C键; 灰化处理: 将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内, 并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理, 以使光刻胶解离, 且去除反应腔表面的Si-OH键, 解离产物能够附着在所述反应腔表面。本申请刻蚀机台的处理方法能够避免等离子体与反应腔表面的化学键结合, 从而避免在后续的测机作业中出现颗粒物数量过高的情况, 大大减小刻蚀机台宕机时间及次数。

刻蚀机台的处理方法

交叉引用

本申请基于申请号为 202011354059.2、申请日为 2020 年 11 月 27 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及集成电路领域，尤其涉及一种刻蚀机台的处理方法。

背景技术

为了延长刻蚀机台的使用寿命，提高刻蚀机台的制程性能，通常会对机台进行定期保养，例如，会对刻蚀机台进行季、/半年、年保养。具体地说，在进行保养时，会对刻蚀机台的腔室(chamber) 内的各个部件使用沾水的无尘布进行清洁。例如，对腔室的适配器和挡板零件 (Adaptor and Baffle parts)、腔室内壁 (chamber wall)、 加热载盘 (heat chuck) 进行清洁，以去除腔室内附着的刻蚀制程中产生的生成物。在执行清洁操作后，在刻蚀机台复用之前，需要去除反应腔内的水汽。通常的去除方法是，对反应腔采用等离子体 (plasma) 空打，将腔室内的水汽带走。

但是，在刻蚀机台处理程序结束，进行机台复用前的测机作业(测试机台蚀刻率及颗粒物数量) 时，往往出现反应腔内颗粒物数量过高的情况，当机时间及次数增加。

因此，如何减少刻蚀机台的颗粒物数量，减少当机时间及次数，成为目前亟需解决的问题。

申请内容

(一) 申请目的

本申请的目的是提供一种刻蚀机台的处理方法,已解决现有记住中刻蚀机台处理程序结束，进行机台复用前的测机作业时，出现反应腔内颗粒物数量过高的技术问题。

(二) 技术方案

根据本申请的一个方面，本申请提供了一种刻蚀机台的处理方

法，其包括如下步骤：预处理：向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体，以去除反应腔内的水汽及反应腔表面的 Si-C 键；灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-OH 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面。

可选的，在所述预处理步骤中，等离子体反应的源气体为 O_2 与 H_2N_2 的混合气体。

可选的，在所述 O_2 与 H_2N_2 混合气体中， H_2N_2 的体积占比为 5%-15%。

可选的，所述 H_2N_2 中， H_2 的体积占比为 1%-10%， N_2 的体积占比为 90%-99%。

可选的，在所述预处理步骤中，所述反应腔内的压力为 1-2torr。

可选的，在所述第二次灰化处理步骤中，等离子体反应的源气体为 O_2 与 N_2 的混合气体。

可选的，在所述 O_2 与 N_2 的混合气体中， N_2 的体积占比为 5%-15%。

可选的，所述灰化处理步骤进一步包括：第一次灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基及氢自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-C 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面；第二次灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-OH 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面

可选的，在所述第一次灰化处理步骤和/或所述第二次灰化处理步骤中，所述反应腔内的压力为 1-2torr。

可选的，所述第一次灰化处理步骤的时间为 0.5-1.5min，所述第二次灰化处理步骤的时间为 0.5-1.5min。

可选的，所述第一次灰化处理步骤和/或所述第二次灰化处理步骤中采用的晶圆控片的数量为 100-200 片。

可选的，在所述第一次灰化处理和/或第二次灰化处理步骤中，还包括加热具有光刻胶的晶圆控片的步骤。

可选的，加热温度大于 130 摄氏度。

可选的，在预处理步骤之前，还包括对反应腔进行泄露检查的步骤。

可选的，在灰化处理步骤之后，还包括对反应腔进行颗粒数量测试的步骤。

（三）有益效果

本申请刻蚀机台的处理方法能够将可刻蚀机台应腔表面的化学键转换为稳定的 Si-O 键，从根本上避免等离子体与光刻胶内壁表面的化学键的结合，从而避免在后续的测机作业中出现颗粒物数量过高的情况，大大减小刻蚀机台宕机时间及次数。

附图说明

通过以下参照附图对本申请实施例的描述，本申请的上述以及其他目的、特征和优点将更为清楚，在附图中：

图 1 是刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图；

图 2 是本申请一实施例的刻蚀机台的处理方法的步骤示意图；

图 3A 是本申请一实施例中光刻胶的解离产物未附着在挡板零件的表面的孔隙中的示意图；

图 3B 是本申请一实施例中光刻胶的解离产物附着在挡板零件的表面的孔隙中的示意图；

图 4 是在图 1 的基础上去除反应腔表面的部分 Si-C 键后的刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图；

图 5 是本申请第二实施例的刻蚀机台的处理方法的步骤示意图；

图 6 是在图 4 的基础上去除反应腔表面的 Si-C 键后的刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图；

图 7 是在图 6 的基础上去除反应腔表面的 Si-OH 键后的刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具

体实施例，并参照附图，对本申请进一步详细说明。但是应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本申请的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本申请的概念。

在半导体制造工艺中，光刻工艺等通常在光刻胶机台上进行。光刻工艺通过在半导体衬底的介质或金属膜层上形成光刻胶层、并通过曝光显影工艺将掩模板上的图形转移到光刻胶层上；然后，将带有光刻胶图形的半导体衬底转移到刻蚀或离子注入设备中进行刻蚀或掺杂；接着，将所述的光刻胶层去除。

为了延长光刻胶机台的使用寿命，提高光刻胶机台的制程性能，通常会对机台进行定期保养，例如，会对光刻胶机台进行季、/半年、年保养。具体地说，在进行保养时，会对光刻胶机台腔室(chamber) 内的各个部件使用沾水的无尘布进行清洁。例如，对腔室的适配器和挡板零件 (Adaptor and Baffle parts)、腔室内壁 (chamber wall)、 加热载盘 (heat chuck) 进行清洁，以去除腔室内附着的光刻胶制程中产生的生成物。在执行清洁操作后，在光刻胶机台复用之前，需要去除反应腔内的水汽。通常的去除方法是，对反应腔采用等离子体 (plasma) 空打，将腔室内的水汽带走。

发明人研究发现，在进行机台复用前的测机作业（测试机台蚀刻率及颗粒物数量）时，反应腔内颗粒物数量过高的原因是，在采用等离子体空打的方法去除反应腔内的水汽的步骤中，由于等离子体 (Plasma) 是由离子、电子以及未电离的中性粒子集合组成，整体呈中性的物质状态，等离子体会与反应腔表面，例如挡板零件 (Baffle parts, 其含 C/Si/Al 等元素) 表面，及大气中的水 (H_2O) 结合，形成不规则的链接。当后续在进行机台复用前的测机作业（测试机台蚀刻率及颗粒物数量）时，会打破这些链接，使一些颗粒（成分包括 Si 及 C）掉落到检测晶圆上方，使得颗粒物数量测试时颗粒物数量 (particle test count) 偏高，宕机时间及次数增加。

举例说明，图 1 是刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图，请参阅图 1，在挡板零件的侧壁表面具有 Si-C 键及 Si-OH 键，当对反应

腔采用等离子体空打时，等离子体会与 Si-C 键、Si-OH 键及大气中的水结合，形成不规则的链接。当后续在进行机台复用前的测机作业时，会打破这些链接，使一些颗粒掉落到检测晶圆上方，使得颗粒物数量测试时颗粒物数量偏高，当机时间及次数增加。

因此，本申请提供一种刻蚀机台的处理方法，其能够避免等离子体与反应腔表面结合，形成不规则的链接，从而避免在后续的测机作业中出现颗粒物数量过高的情况，大大减小刻蚀机台宕机时间及次数。

图 2 是本申请第一实施例的刻蚀机台的处理方法的步骤示意图。请参阅图 2，本申请刻蚀机台的处理方法包括如下步骤：

步骤 S20，预处理：向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体，以去除反应腔内的水汽及反应腔表面的 Si-C 键。

在该步骤中，向所述刻蚀机台的反应腔内多次空打等离子体，以去除反应腔内的水汽。向反应腔内空打等离子体，能够去除反应腔内的水分的原因在于，空打等离子体时，反应腔室处于高温状态（例如，250℃），水汽始终保持气体状态，并且反应腔室内会持续抽真空，因此在高温状态下水汽能够被顺利抽出反应腔室。

其中，在本申请各个实施例中，所述反应腔表面包括在执行等离子体反应时，等离子体经过的反应腔的适配器和挡板零件（Adaptor and Baffle parts）表面、腔室内壁（chamber wall）、加热载盘（heat chuck）的表面。

在一可选实施例中，向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入的等离子体为含有氧自由基及氢自由基的等离子体，以去除反应腔表面部分 Si-C 键。

向反应腔内空打含有氧自由基及氢自由基的等离子体，能够去除反应腔内壁部分 Si-C 键的原因在于，所述等离子体中的氧自由基及氢自由基能够与反应腔内壁的 Si-C 键结合，形成附着在反应腔表面的氧化硅及游离在反应腔内的气态的碳氢化合物，从而能够去除反应腔表面的 Si-C 键。反应式如下：



其中， SiC_x 为反应腔表面的 Si-C 键， O^* 为等离子体中的氧自由基， H^* 为等离子体中的氢自由基。

在一可选实施例中，等离子体反应的源气体为 O_2 与 H_2N_2 的混合气体。 O_2 提供氧自由基， H_2N_2 的混合气体提供氢自由基。其中，在所述 O_2 与 H_2N_2 混合气体中， H_2N_2 的体积占比为 5%-15%。若 H_2N_2 混合气体的体积占比较高，则会影响氧自由基的数量，导致氧自由基不足。

在一可选实施例中，在 H_2N_2 混合气体中， H_2 为反应气体，其体积占比为 1%-10%， N_2 为载体，其体积占比为 90%-99%，在本申请其他实施例中，所述 H_2N_2 混合气体中 H_2 及 N_2 占比也可有其他数值。需要说明的是，在本申请中涉及的气体的占比均是指气体的体积占比。

在一可选实施例中，向所述光刻胶刻蚀机台的反应腔内打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体的次数可根据反应腔的具体情况设置。例如，对于面积较大的反应腔，则需要增加打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体的次数，以保证反应腔内的水汽被完全去除，对于面积较小的反应腔，则需要减少打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体的次数，在保证反应腔内的水汽被完全去除的同时，减少等离子体的消耗，节约成本。

在一可选实施例中，在所述预处理步骤中，所述反应腔内的压力为 1-2torr。即在步骤 S20 中，在向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入等离子体时，所述反应腔维持在高压状态，高压能够强化等离子体的自由基的作用，提高反应效率。

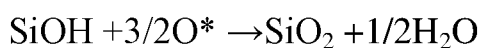
步骤 S21，灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-OH 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面。

在该步骤中，晶圆控片上的光刻胶（即感光剂）能够与氧自由基进行化学反应，生成 CO_2 等挥发性副产物，该些副产物能够吸附在挡

板零件(baffle part)表面和反应腔室内壁的孔隙中,使挡板零件(baffle part)表面和反应腔室内壁更加平滑,从而进一步避免了氧自由基吸附在挡板零件及反应腔室内壁的孔隙中,减少氧自由基的损失,提高反应效率。

具体地说,以挡板零件的表面为例,图 3A 是光刻胶的解离产物未附着在所述挡板零件 100 的表面的孔隙中的示意图,图 3B 是光刻胶的解离产物附着在所述挡板零件 100 的表面的孔隙中的示意图,请参阅图 3A,在挡板零件 100 的等离子体通道中,若没有光刻胶的解离产物的附着,挡板零件 100 的表面具有孔隙,不平滑,等离子体经过时,氧自由基会吸附在孔隙内,导致氧自由基的损失;请参阅图 3B,光刻胶的解离产物 110 附着在挡板零件 100 表面的孔隙中后,挡板零件 100 的表面孔隙被光刻胶的解离产物填充,等离子体通过时,不会再吸附在挡板零件 100 的表面孔隙中,减少了氧自由基的损失,提高反应效率。

在该步骤中,向反应腔内空打含有氧自由基的等离子体,能够去除反应腔内壁的 Si-OH 键。其中。等离子体能够去除反应腔内壁的 Si-OH 键的原因在于,所述等离子体中的氧自由基能够与 Si-OH 键结合,形成附着在反应腔表面的氧化硅及游离在反应腔内的水分子,从而能够去除反应腔表面的 Si-OH 键。反应式如下:



其中, SiOH 为反应腔表面的 Si-OH 键, O* 为等离子体中的氧自由基。

在一可选实施例中,在所述灰化处理步骤中,等离子体反应的源气体为 O₂ 与 N₂ 的混合气体。所述 N₂ 能够提高氧气解离度,产生更多氧自由基,并能够防止氧自由基重组,减少氧自由基的损失。

在一可选实施例中,在所述 O₂ 与 N₂ 的混合气体中, N₂ 的体积占比为 5%-15%。

在一可选实施例中,在所述灰化处理步骤中,所述反应腔内的压力为 1-2torr。即在步骤 S21 中,在采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理时,所述反应腔维持在高压状态,高压能够强化等离子

体的自由基的作用，提高反应效率。

在一可选实施例中，在所述灰化处理步骤中，还包括加热具有光刻胶的晶圆控片的步骤，以加快光刻胶的解离。在本实施例中，加热所述具有光刻胶的晶圆控片的温度大于 130 摄氏度，以快速有效地解离所述光刻胶。

在一可选实施例中，可采用多个具有光刻胶的晶圆控片依次在同一反应腔内执行该步骤，以提高反应腔表面的平滑度，进一步减少氧自由基的吸附。

在一可选实施例中，所述灰化处理步骤中采用的晶圆控片的数量为 100-200 片，以保证所述反应腔表面能够完全被光刻胶的解离产物附着，进一步避免氧自由基的吸附。

在一可选实施例中，在预处理步骤之前，还包括对反应腔进行泄露检查的步骤。在灰化处理步骤之后，还包括对反应腔进行颗粒数量测试的步骤。

本申请刻蚀机台的处理方法能够将反应腔表面的化学键转换为稳定的 Si-O 键，从根本上避免等离子体与光刻胶内壁表面的化学键的结合，从而避免在后续的测机作业中出现颗粒物数量过高的情况，大大减小刻蚀机台宕机时间及次数。

发明人发现，在预处理步骤（步骤 S20）中，反应腔表面的 Si-C 键并未被完全去除，而是仅部分去除。其原因在于，由于反应腔表面具有孔隙，等离子体经过腔体表面时，氧自由基和氢自由基会吸附在孔隙内，自由基数量下降，同时由于水汽并未完全去除，导致反应速率下降，最终可能会造成反应腔表面的 Si-C 键并未被完全去除，而是仅部分去除。

图 4 是在图 1 的基础上去除反应腔表面的部分 Si-C 键后的刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图，可见，在进行上述反应后，反应腔表面的 Si-C 键被部分去除。

因此，本申请还提供了第二实施例，所述第二实施例与第一实施例的区别在于，所述灰化步骤被分为了两步。具体地说，请参阅图 5，其为本申请第二实施例的刻蚀机台的处理方法的步骤示意图。在该实

施例中，本申请刻蚀机台的处理方法包括如下步骤：

步骤 S50，预处理：向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体，以去除反应腔内的水汽及反应腔表面的 Si-C 键。该步骤与步骤 S20 相同，不再赘述。

在执行步骤 S50 后，反应腔表面的 Si-C 键可能未被完全去除，而是仅部分去除，因此，为了完全去除反应腔表面的 Si-C 键，在步骤 S50 后执行步骤 S51，以完全去除反应腔表面的 Si-C 键。

步骤 S51，第一次灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基及氢自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-C 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面。

在该步骤中，所述等离子体中的氧自由基及氢自由基能够与反应腔内壁的 Si-C 键结合，形成附着在反应腔表面的氧化硅及游离在反应腔内的气态的碳氢化合物，从而能够去除反应腔表面的 Si-C 键。反应式如下：



其中， SiC_x 为反应腔表面的 Si-C 键， O^* 为等离子体中的氧自由基， H^* 为等离子体中的氢自由基。

图 6 是在图 4 的基础上去除反应腔表面的 Si-C 键后的刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图，在步骤 S50 执行完毕后，反应腔内的水汽已经完全被去除，则在执行步骤 S51 时，不会存在水汽的影响，因此，在步骤 S51 执行完毕后，反应腔表面剩余的 Si-C 键被完全去除。

在一可选实施例中，在该步骤中，等离子体反应的源气体为 O_2 与 H_2N_2 的混合气体。 O_2 提供氧自由基， H_2N_2 的混合气体提供氢自由基。其中，在所述 O_2 与 H_2N_2 混合气体中， H_2N_2 的体积占比为 5%-15%。若 H_2N_2 混合气体占比较高，则会影响氧自由基的数量，导致氧自由基不足。进一步，在 H_2N_2 混合气体中， H_2 为反应气体，其体积占比为 1%-10%， N_2 为载体，其体积为 90%-99%，在本申请其他实施例中，所述 H_2N_2 混合气体中 H_2 及 N_2 的体积占比也可有其他数值。

在一可选实施例中，在所述第一次灰化处理步骤中，所述反应腔内的压力为 1-2torr。即在步骤 S21 中，在采用含有氧自由基及氢自由基的等离子体对光刻胶进行处理时，所述反应腔维持在高压状态，高压能够强化氧自由基及氢自由基的作用，提高反应效率。

其中，在该实施例中，所述第一次灰化处理的时间为 0.5-1.5min，以保证完全去除 Si-C 键。

在该步骤中，晶圆控片上的光刻胶（即感光剂）能够与氧自由基进行化学反应，生成 CO₂ 等挥发性副产物，该些副产物能够吸附在反应腔表面的孔隙中，使反应腔表面更加平滑，从而避免了氧自由基吸附在反应腔表面的孔隙中，减少氧自由基的损失，提高反应效率。

在一可选实施例中，在所述第一次灰化处理步骤中，还包括加热具有光刻胶的晶圆控片的步骤，以加快光刻胶的解离。在本实施例中，加热所述具有光刻胶的晶圆控片的温度大于 130 摄氏度，以快速有效地解离所述光刻胶。

在一可选实施例中，可采用多个具有光刻胶的晶圆控片依次在同一反应腔内执行该步骤，以进一步增加光刻胶的解离产物附着量。

在一可选实施例中，所述第一次灰化处理步骤中采用的晶圆控片的数量为 100-200 片，以保证所述反应腔表面能够完全被光刻胶的解离产物附着，进一步避免氧自由基的吸附。

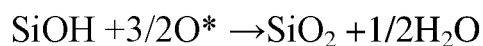
在步骤 S51 执行完毕后，在刻蚀机台的反应腔表面存在有 Si-OH 键，所述 Si-OH 键包括反应腔表面原有的键，也包括等离子体与反应腔表面的 Si-C 键反应产生的键，因此，在步骤 S51 后执行步骤 S52，以去除 Si-OH 键。

请继续参阅图 5，步骤 S52，第二次灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-OH 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面。

在该步骤中，晶圆控片上的光刻胶（即感光剂）能够与氧自由基进行化学反应，生成 CO₂ 等挥发性副产物，该些副产物能够吸附在挡板零件(baffle part)表面和反应腔室内壁的孔隙中，使挡板零件(baffle

part) 表面和反应腔室内壁更加平滑, 从而进一步避免了氧自由基吸附在挡板零件及反应腔室内壁的孔隙中, 减少氧自由基的损失, 提高反应效率。

在该步骤中, 向反应腔内空打含有氧自由基的等离子体, 能够去除反应腔内壁的 Si-OH 键。其中, 等离子体能够去除反应腔内壁的 Si-OH 键的原因在于, 所述等离子体中的氧自由基能够与 Si-OH 键结合, 形成附着在反应腔表面的氧化硅及游离在反应腔内的水分子, 从而能够去除反应腔表面的 Si-OH 键。反应式如下:



其中, SiOH 为反应腔表面的 Si-OH 键, O* 为等离子体中的氧自由基。

图 7 是在图 6 的基础上去除反应腔表面的 Si-OH 键后的刻蚀机台的反应腔表面化学键的示意图, 可见, 在进行上述反应后, 反应腔表面的 Si-OH 键被去除, 刻蚀机台的反应腔表面不再存在 Si-OH 键及 Si-C 键, 而是仅存在稳定的 Si-O 键, 即在反应腔表面形成氧化硅薄层。由于 Si-O 键很稳定, 因此, 其不会与等离子体结合形成链接, 从根本上防止颗粒物的产生, 在后续的颗粒物数量测试时颗粒物数量不会存在偏高的情况。

在一可选实施例中, 在本实施例中, 在所述灰化处理步骤中, 等离子体反应的源气体为 O₂ 与 N₂ 的混合气体。所述 N₂ 能够提高氧气解离度, 产生更多氧自由基, 并能够防止氧自由基重组, 减少氧自由基的损失。

在一可选实施例中, 在所述 O₂ 与 N₂ 的混合气体中, N₂ 的体积占比为 5%-15%。

在一可选实施例中, 在所述第二次灰化处理步骤中, 所述反应腔内的压力为 1-2torr。即在步骤 S52 中, 在采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理时, 所述反应腔维持在高压状态, 高压能够强化等离子体的自由基的作用, 提高反应效率。

在一可选实施例中, 在所述第二次灰化处理步骤中, 还包括加热具有光刻胶的晶圆控片的步骤, 以加快光刻胶的解离。在本实施例中,

加热所述具有光刻胶的晶圆控片的温度大于 130 摄氏度，以快速有效地解离所述光刻胶。

在该步骤中，可重新更换具有光刻胶的晶圆控片，以在新的晶圆控片上执行操作。该第二次灰化处理步骤的时间为 0.5-1.5min，以保证完全去除 Si-OH 键，从而在反应腔表面形成稳定的 Si-O 键。

在一可选实施例中，可采用多个具有光刻胶的晶圆控片依次在同一反应腔内执行该步骤，以提高反应腔表面的平滑度，进一步减少氧自由基的吸附。

在一可选实施例中，所述第二次灰化处理步骤中采用的晶圆控片的数量为 100-200 片，，以保证所述反应腔表面能够完全被光刻胶的解离产物附着，进一步避免氧自由基的吸附。

在第二实施例中，在灰化处理步骤中，进一步采用含有氧自由基及氢自由基的等离子体对光刻胶进行灰化处理，以完全去除反应腔表面的 Si-C 键，进一步避免了颗粒的产生。

下面举例说明本申请刻蚀机台的处理方法的一具体实施过程。

步骤一、光刻胶刻蚀机台执行多次（例如 200 次）清洗程序；

步骤二、预处理：向所述光刻胶刻蚀机台的反应腔内多次（例如 60 次）空打含有氧自由基及氢自由基的等离子体，等离子体的源气体为 O_2 与 H_2N_2 的混合气体。其中，在进行等离子体反应时，所述反应腔处于高压状态，其压力可为 1-2torr。

步骤三、将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，解离产物能够附着在所述反应腔表面。在该步骤中，采用 150 片具有光刻胶的晶圆控片依次经过该反应腔进行反应。其中，等离子体的源气体为 O_2 与 H_2N_2 的混合气体。在进行等离子体反应时，所述反应腔处于高压状态，其压力可为 1-2torr。

步骤四、将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，解离产物能够附着在所述反应腔表面。在该步骤中，采用 150 片具有光刻胶的晶圆控片依次经过该反应腔进行反应。其中，等离子体的源气

体为 O₂ 与 N₂ 的混合气体。在进行等离子体反应时，所述反应腔处于高压状态，其压力可为 1-2torr。

步骤五、进行测机作业。

经过上述步骤之后，在测机作业后，光刻胶刻蚀机台的颗粒物数量在可允许范围内，并不会出现过高的情况，大大减小了光刻胶刻蚀机台宕机时间及次数。

应当理解的是，本申请的上述具体实施方式仅仅用于示例性说明或解释本申请的原理，而不构成对本申请的限制。因此，在不偏离本申请的精神和范围的情况下所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。此外，本申请所附权利要求旨在涵盖落入所附权利要求范围和边界、或者这种范围和边界的等同形式内的全部变化和修改例。

权 利 要 求

1. 一种刻蚀机台的处理方法，其特征在于，包括如下步骤：

预处理：向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体，以去除反应腔内的水汽及反应腔表面的 Si-C 键；

灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-OH 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面。

2. 根据权利要求 1 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在所述预处理步骤中，等离子体反应的源气体为 O₂ 与 H₂N₂ 的混合气体。

3. 根据权利要求 2 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在所述 O₂ 与 H₂N₂ 混合气体中，H₂N₂ 的体积占比为 5%-15%。

4. 根据权利要求 2 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，所述 H₂N₂ 中，H₂ 的体积占比为 1%-10%，N₂ 的体积占比为 90%-99%。

5. 根据权利要求 1 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在所述预处理步骤中，所述反应腔内的压力为 1-2torr。

6. 根据权利要求 1 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在所述灰化处理步骤中，等离子体反应的源气体为 O₂ 与 N₂ 的混合气体。

7. 根据权利要求 6 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在所述 O₂ 与 N₂ 的混合气体中，N₂ 的体积占比为 5%-15%。

8. 根据权利要求 1 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，所述灰化处理步骤进一步包括：

第一次灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基及氢自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的 Si-C 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面；

第二次灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶

解离，且去除反应腔表面的 Si-OH 键，解离产物能够附着在所述反应腔表面。

9. 根据权利要求 8 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在所述第一次灰化处理步骤和/或所述第二次灰化处理步骤中，所述反应腔内的压力为 1-2torr。

10. 根据权利要求 8 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，所述第一次灰化处理步骤的时间为 0.5-1.5min，所述第二次灰化处理步骤的时间为 0.5-1.5min。

11. 根据权利要求 8 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，所述第一次灰化处理步骤和/或所述第二次灰化处理步骤中采用的晶圆控片的数量为 100-200 片。

12. 根据权利要求 8 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在所述第一次灰化处理和/或第二次灰化处理步骤中，还包括加热具有光刻胶的晶圆控片的步骤。

13. 根据权利要求 12 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，加热温度大于 130 摄氏度。

14. 根据权利要求 1 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在预处理步骤之前，还包括对反应腔进行泄露检查的步骤。

15. 根据权利要求 1 所述的刻蚀机台的处理方法，其特征在于，在灰化处理步骤之后，还包括对反应腔进行颗粒数量测试的步骤。

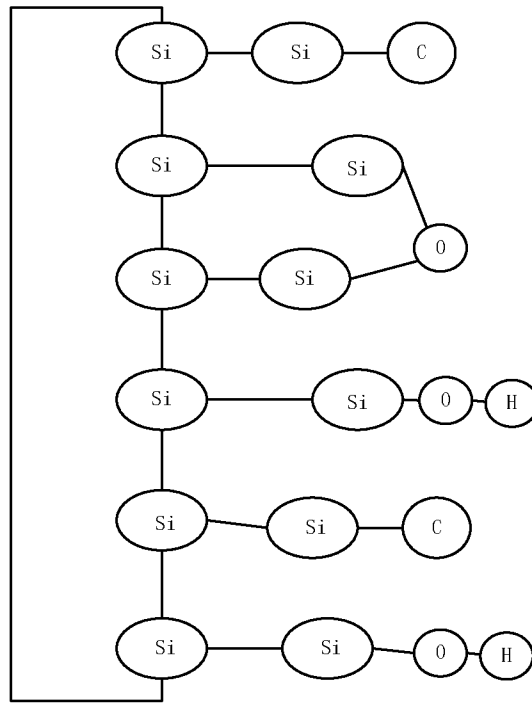


图 1

预处理：向所述刻蚀机台的反应腔内多次打入含有氧自由基及氢自由基的等离子体，以去除反应腔内的水汽及反应腔表面的Si-C键

S20

灰化处理：将表面具有光刻胶的晶圆控片置于所述反应腔内，并采用含有氧自由基的等离子体对光刻胶进行处理，以使光刻胶解离，且去除反应腔表面的Si-OH键，解离产物能够附着在所述反应腔表面

S21

图 2

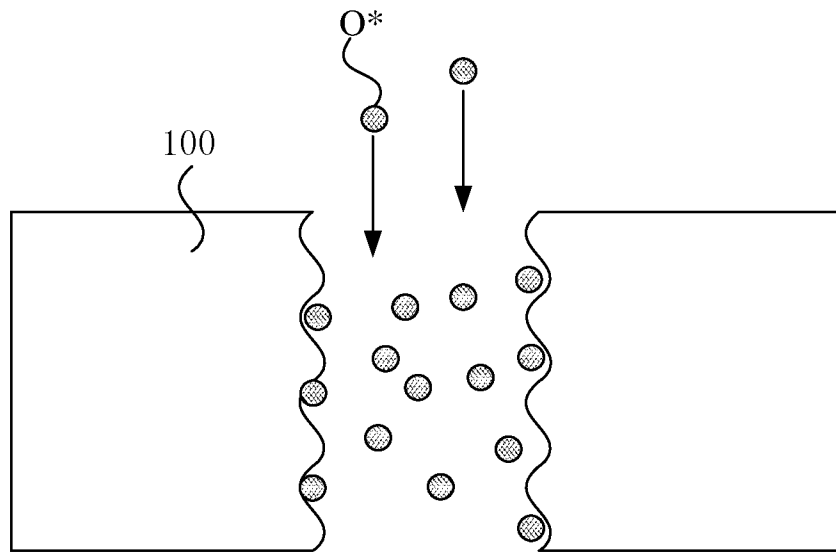


图 3A

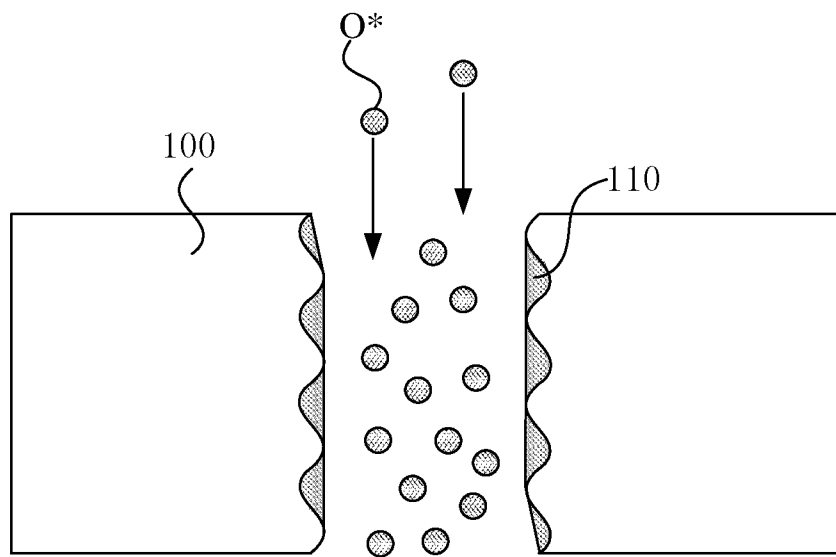


图 3B

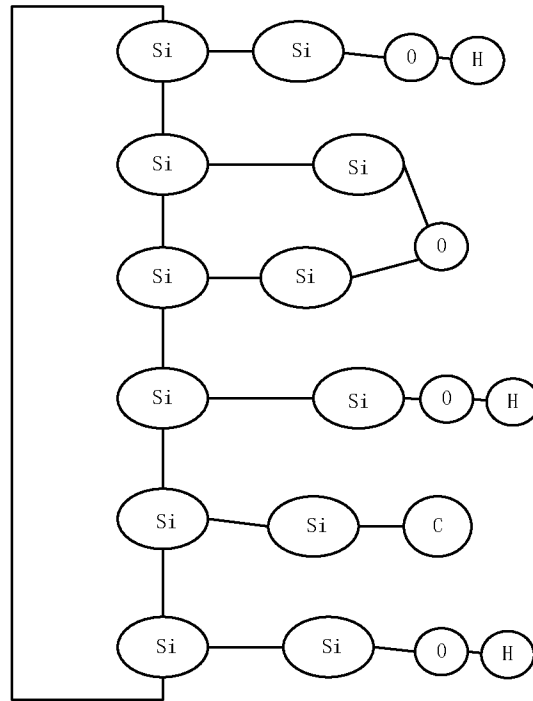


图 4

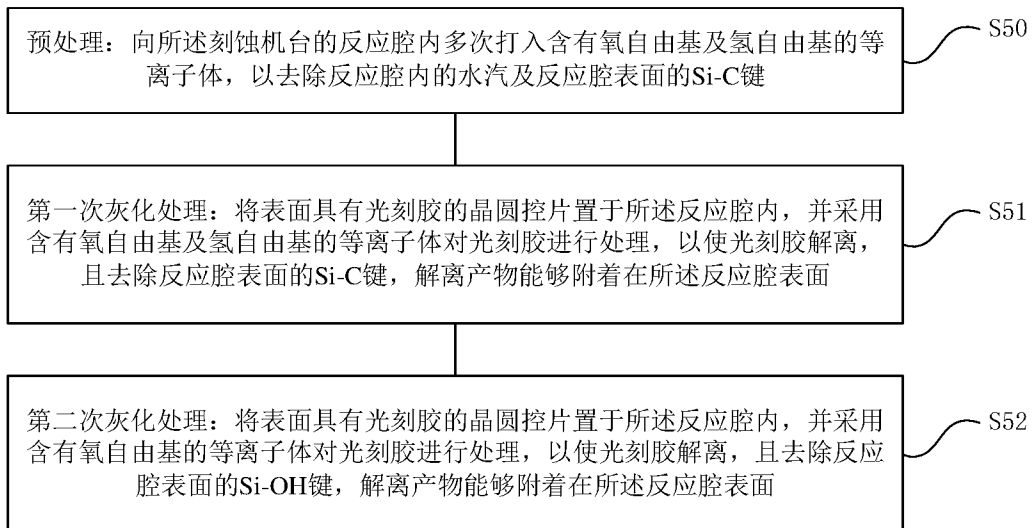


图 5

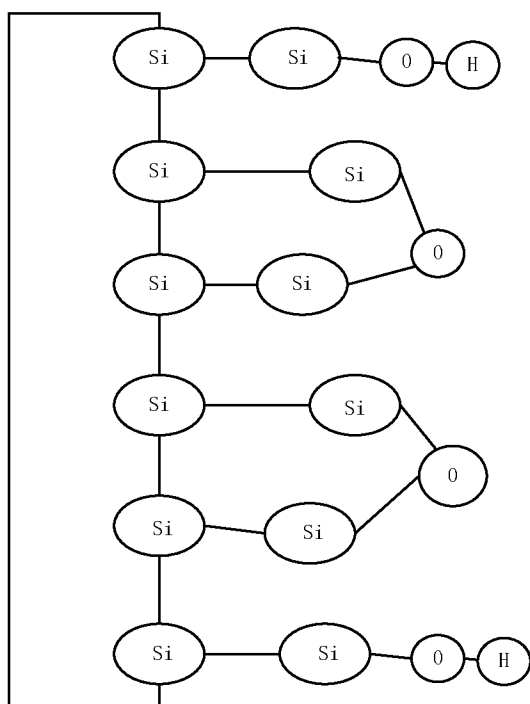


图 6

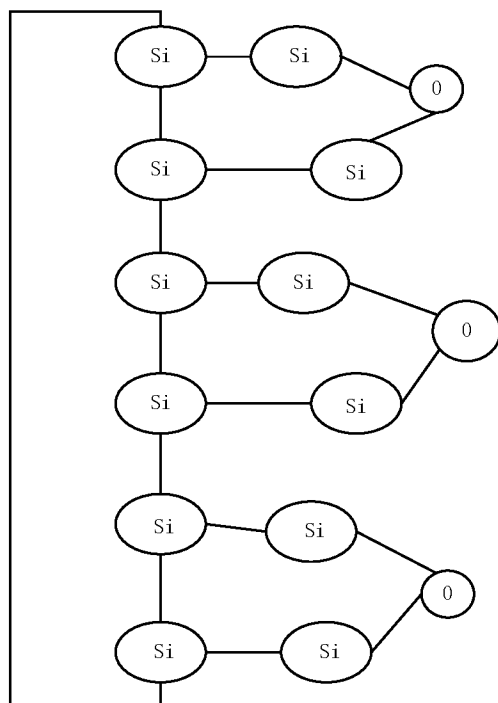


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/096156

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F 7/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; 等离子体, 氧, 氧自由基, 氢, 氢自由基, 去除, 灰化, 腔, 室, 壁, 表面, 蚀刻, 刻蚀, 水, 水汽, 硅, 碳, Si, C, plasma, remov+, etch+, oxygen+, hydrogen, radical, ash+, cavity, room

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 109216182 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 15 January 2019 (2019-01-15) description, paragraphs [0044]-[0133], and figures 1-12	1-15
A	CN 109817505 A (CHANGXIN MEMORY TECHNOLOGIES, INC.) 28 May 2019 (2019-05-28) entire document	1-15
A	US 2013048606 A1 (MAO ZHIGANG et al.) 28 February 2013 (2013-02-28) entire document	1-15
A	US 2011003445 A1 (RENESAS ELECTRONICS CORPORATION) 06 January 2011 (2011-01-06) entire document	1-15
A	JP 2006049607 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 16 February 2006 (2006-02-16) entire document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2021

Date of mailing of the international search report

10 August 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/096156

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109216182	A	15 January 2019	US	2019006188	A1	03 January 2019
				KR	20190002332	A	08 January 2019
				TW	201907757	A	16 February 2019
				JP	2019012746	A	24 January 2019
CN	109817505	A	28 May 2019	None			
US	2013048606	A1	28 February 2013	None			
US	2011003445	A1	06 January 2011	JP	2011014782	A	20 January 2011
				US	8084373	B2	27 December 2011
				JP	5408483	B2	05 February 2014
JP	2006049607	A	16 February 2006	JP	4371941	B2	25 November 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/096156

A. 主题的分类 G03F 7/20 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G03F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; 等离子体, 氧, 氧自由基, 氢, 氢自由基, 去除, 灰化, 腔, 室, 壁, 表面, 蚀刻, 刻蚀, 水, 水汽, 硅, 碳, Si, C, plasma, remov+, etch+, oxygen+, hydrogen, radical, ash+, cavity, room																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 109216182 A (东京毅力科创株式会社) 2019年 1月 15日 (2019 - 01 - 15) 说明书第[0044]-[0133]段, 附图1-12</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109817505 A (长鑫存储技术有限公司) 2019年 5月 28日 (2019 - 05 - 28) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013048606 A1 (MAO ZHIGANG 等) 2013年 2月 28日 (2013 - 02 - 28) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011003445 A1 (RENESAS ELECTRONICS CORP) 2011年 1月 6日 (2011 - 01 - 06) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2006049607 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 2006年 2月 16日 (2006 - 02 - 16) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 109216182 A (东京毅力科创株式会社) 2019年 1月 15日 (2019 - 01 - 15) 说明书第[0044]-[0133]段, 附图1-12	1-15	A	CN 109817505 A (长鑫存储技术有限公司) 2019年 5月 28日 (2019 - 05 - 28) 全文	1-15	A	US 2013048606 A1 (MAO ZHIGANG 等) 2013年 2月 28日 (2013 - 02 - 28) 全文	1-15	A	US 2011003445 A1 (RENESAS ELECTRONICS CORP) 2011年 1月 6日 (2011 - 01 - 06) 全文	1-15	A	JP 2006049607 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 2006年 2月 16日 (2006 - 02 - 16) 全文	1-15
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 109216182 A (东京毅力科创株式会社) 2019年 1月 15日 (2019 - 01 - 15) 说明书第[0044]-[0133]段, 附图1-12	1-15																		
A	CN 109817505 A (长鑫存储技术有限公司) 2019年 5月 28日 (2019 - 05 - 28) 全文	1-15																		
A	US 2013048606 A1 (MAO ZHIGANG 等) 2013年 2月 28日 (2013 - 02 - 28) 全文	1-15																		
A	US 2011003445 A1 (RENESAS ELECTRONICS CORP) 2011年 1月 6日 (2011 - 01 - 06) 全文	1-15																		
A	JP 2006049607 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 2006年 2月 16日 (2006 - 02 - 16) 全文	1-15																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
国际检索实际完成的日期 2021年 7月 13日		国际检索报告邮寄日期 2021年 8月 10日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 孙宏 电话号码 (86-512)88997363																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/096156

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109216182	A	2019年 1月 15日	US	2019006188	A1	2019年 1月 3日
				KR	20190002332	A	2019年 1月 8日
				TW	201907757	A	2019年 2月 16日
				JP	2019012746	A	2019年 1月 24日
CN	109817505	A	2019年 5月 28日	无			
US	2013048606	A1	2013年 2月 28日	无			
US	2011003445	A1	2011年 1月 6日	JP	2011014782	A	2011年 1月 20日
				US	8084373	B2	2011年 12月 27日
				JP	5408483	B2	2014年 2月 5日
JP	2006049607	A	2006年 2月 16日	JP	4371941	B2	2009年 11月 25日