

(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
2018 年 4 月 12 日 (12.04.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/064983 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/67 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/105368

(22) 国际申请日: 2017 年 10 月 9 日 (09.10.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610879076.5 2016 年 10 月 8 日 (08.10.2016) CN

(71) 申请人: 北京北方华创微电子装备有限公司 (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 张军(ZHANG, Jun); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。马振国(MA, Zhenguo); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。吴鑫(WU, Xin); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。文莉辉(WEN, Lihui); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。胡云龙(HU, Yunlong); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。张鹤南(ZHANG, Henan); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。储蒂坪(CHU, Fuping); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司(TEE&HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市东城区建国门

(54) Title: GAS PHASE ETCHING APPARATUS AND GAS PHASE ETCHING EQUIPMENT

(54) 发明名称: 气相刻蚀装置及气相刻蚀设备

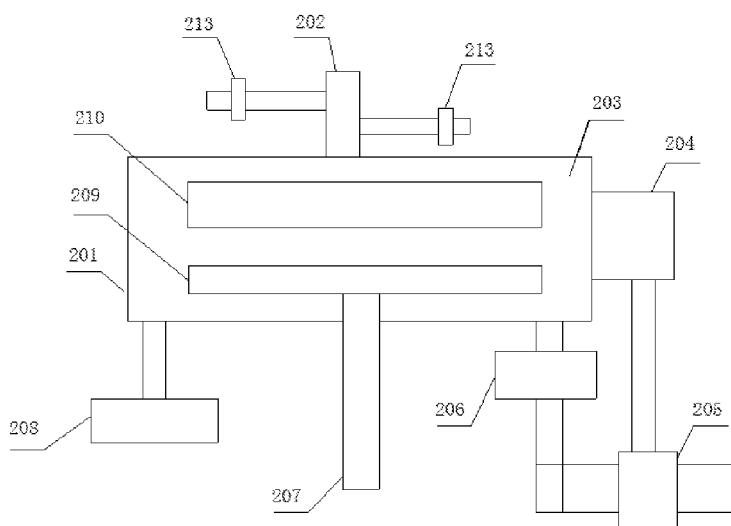


图 2

(57) Abstract: A gas phase etching apparatus and equipment. The gas phase etching apparatus comprises a reaction cavity body (201), the space defined thereby forming a reaction cavity (203); a base (209), which is arranged within the reaction cavity and used for supporting a workpiece being processed; an air intake element (202), which is connected to the reaction cavity body and used for introducing an etchant into the interior of the reaction cavity; a pressure control component, which is connected to the reaction cavity body and used for controlling the pressure in the reaction cavity; a first temperature controller (208), which is connected to the reaction cavity body and used for controlling the temperature in the reaction cavity to a first temperature; and a second temperature controller (207), which is connected to the base and used for controlling the temperature of the base to a second temperature. The gas phase etching

内大街 28 号民生金融中心 D 座 10 层 张天舒, Beijing 100005 (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, 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, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))。

apparatus and equipment are capable of respectively controlling the temperature of the reaction cavity and that of the base, obviate the need for cooling the workpiece being processed when silicon dioxide is removed before a temperature requirement of a subsequent work process is satisfied, obviate the need for integrating an annealing function in an etching cavity or providing an annealing cavity and a cooling cavity, and are simple in process design, inexpensive, and high in production capacity.

(57) 摘要: 一种气相刻蚀装置及设备。该气相刻蚀装置包括反应腔主体(201), 其所限定的空间形成反应腔室(203); 基座(209), 其处于反应腔室的内部, 用于承载被加工工件; 进气件(202), 其连接到反应腔主体, 用于向反应腔室的内部通入刻蚀剂; 压力控制组件, 其与反应腔主体相连, 用于控制反应腔室内的压力; 第一温度控制器(208), 其连接到反应腔主体, 用于将反应腔室内的温度控制至第一温度; 以及第二温度控制器(207), 其连接到基座, 用于将基座的温度控制至第二温度。该气相刻蚀装置及设备能分别控制反应腔室和基座的温度, 使去除二氧化硅后的被加工工件无需冷却即可满足进入下一工序的温度要求, 无需在刻蚀腔室中集成退火功能或配置退火腔室及冷却腔室, 工艺设计简单、成本低且产能高。

气相刻蚀装置及气相刻蚀设备

技术领域

本发明涉及集成电路制造工艺领域，更具体地，涉及一种应用于集成电路制造工艺中去除二氧化硅的气相刻蚀装置，以及去除二氧化硅的气相刻蚀设备。

背景技术

在集成电路制造工艺领域，目前通常使用硅基材料制造集成电路，硅（或者多晶硅）放置在空气中时表面会自然氧化一层致密的二氧化硅（ SiO_2 ）层，如图 1 所示。在有些工艺中，金属薄膜需要与硅基材料的衬底直接接触，如果衬底表面有一层 SiO_2 ，则会增加电阻率，影响器件性能，因此，在形成金属薄膜的工艺前需要去除这层 SiO_2 。

在现有技术中，通常采用等离子体刻蚀去除 SiO_2 。在该等离子体刻蚀去除 SiO_2 的工艺中，使用 NF_3 和 NH_3 生成等离子体对 SiO_2 进行刻蚀，在刻蚀过程中， NF_3 和 NH_3 与 SiO_2 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ ，因为常温下 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ 为固态，为了将其排出到腔室外部，须将硅基材料的衬底加热到 120°C ，使 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ 升华为 SiF_4 、 H_2O 和 NH_3 以便排出腔室，故等离子体刻蚀去除 SiO_2 的工艺一般包括刻蚀、退火两步。退火后，硅基材料的衬底的表面温度较高，还需要对其进行冷却，因而工艺较为复杂。通常，刻蚀、退火两步可以在同一腔室中进行，也可以分开在不同的腔室中进行。故现有的等离子体刻蚀去除 SiO_2 的工艺设备也主要分为两种，一种采用等离子体刻蚀和原位退火的工艺腔室结构，即刻蚀、退火两步都在同一腔体内完成，而后再进入单独的冷却腔对硅基进行冷却，设备的腔室相应地配置为刻蚀/退火腔室+冷却腔室；另一种采用刻蚀与退火分开进行处理的流程，这两步在不同的腔室中进

行，设备的腔室相应地配置为刻蚀腔室+退火腔室+冷却腔室。

发明人发现，根据现有技术的去除二氧化硅的装置需要多个腔室，设计复杂、成本高且产能低，并且工艺中的产物为固态，影响刻蚀的均匀性以及小孔洞底部的清洗效率。因此，有必要开发一种简单高效地去除二氧化硅的刻蚀装置。

公开于本发明背景技术部分的信息仅仅旨在加深对本发明的一般背景技术的理解，而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

发明内容

为解决现有技术中的问题之一，本发明提出了一种应用于集成电路制造工艺中去除二氧化硅的气相刻蚀装置及设备，其能够通过分别控制反应腔室和承载被加工工件的基座的温度，使得去除二氧化硅后的被加工工件无需冷却，即可进行下一步工艺，从而无需在刻蚀腔室中集成退火功能或配置独立的退火腔室，相应地也就更无需配置单独的冷却腔室，因而工艺设计简单、成本低且产能高。

根据本发明的一方面，提出了一种气相刻蚀装置，包括：反应腔主体，其所限定的空间形成反应腔室；基座，其处于所述反应腔室的内部，用于承载被加工工件；进气件，其连接到所述反应腔主体，用于向所述反应腔室的内部通入刻蚀剂；压力控制组件，其与所述反应腔主体相连，用于控制所述反应腔室内的压力；第一温度控制器，其连接到所述反应腔主体，用于将所述反应腔室内的温度控制至第一温度，所述第一温度为在该温度下所述反应腔室不会被所述刻蚀剂腐蚀的温度；以及第二温度控制器，其连接到所述基座，用于将所述基座的温度控制至第二温度，所述第二温度为在该温度下所述基座所承载的被加工工件满足直接进行下一步工艺的温度要求的温度。

其中，所述第一温度控制器通过控制气媒、液媒或固体媒介以热传导、热辐射和/或热对流的方式将所述反应腔室内的温度控制至所述第一温度；和/或所述第二温度控制器通过控制气媒、液媒或固体媒介以热传导、热辐射和/或热对流的方式将所述基座的温度控制至所述第二温度。

其中，所述第一温度的取值范围为 50°C ~ 90°C 。

其中，所述第二温度的取值范围为 20°C ~ 60°C 。

其中，所述压力控制组件包括：压力控制器，其用于将所述反应腔室内的压力控制在 30Torr 至 300Torr，以提高刻蚀选择比。

其中，所述气相刻蚀装置还包括：喷淋头，其处于所述反应腔室内的上部区域且与所述进气件相连，所述喷淋头包括上匀流板和下匀流板，所述刻蚀剂经由所述喷淋头的上匀流板和下匀流板进入所述反应腔室，并且，所述上匀流板的孔径大于所述下匀流板的孔径。

其中，所述气相刻蚀装置还包括：内衬组件，其置于所述反应腔主体的内部空间内且遮盖所述反应腔主体的侧壁，并且所述内衬组件包括第一内衬和第二内衬，所述反应的副产物至少经由所述基座与所述第一内衬之间的空隙，以及所述第一内衬与所述第二内衬之间的空隙进入所述压力控制组件。

其中，所述基座与所述第一内衬之间的空隙小于所述第一内衬与所述第二内衬之间的空隙。

其中，所述进气件向反应腔室内通入脱水的氟化氢气体和脱水的醇类气体；所述脱水的氟化氢气体和脱水的醇类气体混合，以去除所述被加工工件上的二氧化硅。

作为另一个方面，本发明还提供一种气相刻蚀设备，其包括：传输装置以及本发明前述任一方案所述的气相刻蚀装置，所述传输装置与所述气相刻蚀装置相连，以使被加工工件在所述传输装置和所述气相刻蚀装置之间传输。

根据本发明的去除被加工工件上的二氧化硅的装置的优点在于：

(1) 在本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备中，对应于反应腔室设置第一温度控制器，对应于基座设置第二温度控制器，以此实现对二者温度的独立控制，从而可以在将反应腔室内的温度维持在不会导致其内壁被刻蚀的第一温度的基础上，将基座的温度控制在第二温度下，其中第二温度低于第一温度，这样，由该基座所承载的被加工工件在进行诸如 SiO_2 的表面氧化物去除的刻蚀工艺后，该被加工工件的温度能够满足直接进行下一步工艺的温度要求，而无需再进行冷却，这样，不仅不需要在刻蚀腔室中集成退火功能或退火腔室，相应地也就更无需配置单独的冷却腔室，因而，气相刻蚀装置及气相刻蚀设备仅需设置刻蚀腔室，这样不仅结构简单、工艺路线短、成本低、产能高，而且这种单腔结构（仅需设置刻蚀腔室，而无需设置退火腔室及冷却腔室）更利于与后续工艺整合，更易于与后续工艺所需设备集成到一个平台上，因而使用灵活性强。

(2) 由于本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备是应用于气相刻蚀工艺，即，用气相刻蚀工艺来去除被加工工件表面上的 SiO_2 氧化物层，而不是应用现有技术中所采用的等离子体刻蚀，因此，采用本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备去除被加工工件表面上的 SiO_2 氧化物层时，不产生固态反应生成物，这样，反应生成物容易被泵抽出腔室，由此可以避免出现现有技术中固态反应生成物堵塞小孔的问题，这不仅有利于小孔底部位置处的 SiO_2 层的清除，而且能够提高 SiO_2 氧化层的整体去除效率。

(3) 进一步地，应用本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备去除被加工工件表面上的 SiO_2 氧化物层时，需要在高压工艺条件下（例如，反应腔室内的压力为 30Torr-300Torr）实施工艺，这样，刻蚀剂更容易附着在诸如硅片的被加工工件的表面，因而能够加快反应速率，提高刻蚀选择比。

本发明的装置具有其它的特性和优点，这些特性和优点从并入本文中的

附图和随后的具体实施方式中将是显而易见的，或者将在并入本文中的附图和随后的具体实施方式中进行详细描述，这些附图和具体实施方式共同用于解释本发明的特定原理。

附图说明

通过结合附图对本发明示例性实施方式进行更详细的描述，本发明的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显，其中，在本发明示例性实施方式中，相同的参考标号通常代表相同部件。

图 1 示出了具有自然氧化层的集成电路器件的示意图。

图 2 示出了根据本发明的气相刻蚀装置的结构示意图。

图 3 示出了根据本发明的气相刻蚀装置的喷淋头的结构示意图。

图 4a 和图 4b 分别示出了根据本发明的气相刻蚀装置的内衬组件的结构示意图。

图 5 示出了根据本发明的方法去除自然氧化层后的器件的示意图。

具体实施方式

下面将参照附图更详细地描述本发明。虽然附图中显示了本发明的优选实施方式，然而应该理解，可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反，提供这些实施方式是为了使本发明更加透彻和完整，并且能够将本发明的范围完整地传达给本领域的技术人员。

实施方式 1

图 2 示出了根据本发明实施例的气相刻蚀装置的结构示意图。

在该实施例中，气相刻蚀装置包括：反应腔主体 201，其所限定的空间形成反应腔室 203；基座 209，其处于反应腔室 203 内的底部区域，用于承载诸如晶片等的被加工工件；进气件 202，其连接到反应腔主体 201，通过

该进气件 202 向反应腔室 203 的内部通入气态刻蚀剂；以及压力控制组件，其连接到反应腔主体 201，用于控制反应腔室 203 内的压力。并且，气相刻蚀装置还包括：第一温度控制器 208，其连接到反应腔主体 201，用于将反应腔室 203 内的温度控制至第一温度，在第一温度下，反应腔室 203 的内壁不会被刻蚀剂腐蚀，即，第一温度为在该温度下反应腔室 203 不会被刻蚀剂腐蚀的温度；以及第二温度控制器 207，其连接到基座 209，用于将基座 209 的温度控制至第二温度，在第二温度下，基座 209 所承载的被加工工件能够满足直接进行下一步工艺的温度要求，即，第二温度为在该温度下基座 209 所承载的被加工工件满足直接进行下一步工艺的温度要求的温度。其中，第一温度控制器 208 通过控制气媒、液媒或固体媒介以热传导、热辐射和/或热对流的方式将反应腔室 203 内的温度控制至第一温度；和/或第二温度控制器 207 通过控制气媒、液媒或固体媒介以热传导、热辐射和/或热对流的方式将基座 209 的温度控制至第二温度。

在该实施方式中，通过分别控制反应腔室的温度和承载被加工工件的基座的温度，使得去除二氧化硅后的被加工工件无需冷却即可进行下一步工艺，这样，该气相刻蚀装置仅设置刻蚀腔室即可，而无需在刻蚀腔室中集成退火功能或者另外增设的退火腔室，更无需配置单独的冷却腔室，从而解决了现有技术去除二氧化硅的装置需要多个腔室，设计复杂、成本高且产能低的问题。

下面详细说明根据本发明的气相刻蚀装置的具体结构。

如图 2 所示，在一个示例中，在根据本发明实施方式的气相刻蚀装置中，反应腔主体 201 所限定的空间形成反应腔室 203；用于放置被加工工件的基座 209 处于反应腔室 203 内的底部区域。进气件 202 可以连接到反应腔主体 201，进气件 202 可以包括多个进气管道，每个进气管道上设置有气动阀 213。在气动阀 213 开启的情况下，气态的刻蚀剂可以在进气件 202 内混合，并通过进气件 202 进入反应腔室 203 中。

进一步地，气相刻蚀装置还可以包括：第一温度控制器 208 和第二温度控制器 207。其中，第一温度控制器 208 连接到反应腔主体 201，用于将反应腔室 203 内的温度控制至第一温度，在第一温度下，反应腔室 203 的内壁不会被刻蚀剂腐蚀；第二温度控制器 207 连接到基座 209，用于将基座 209 的温度控制至第二温度，在第二温度下，基座 209 所承载的被加工工件能够满足直接进行下一步工艺的温度要求。优选地，第一温度控制器 208 中的温度调节机构可以具体化为热交换器，第二温度控制器 207 中的温度调节机构可以具体化为冷水机。然而，本领域技术人员应当理解，本发明并不限于此，凡是能够实现对反应腔室 203 内的温度进行控制及对基座 209 的温度进行控制的温度控制和调节方式均可以采用。

在一个示例中，第一温度可以为 50℃~90℃；第二温度可以为 20℃~60℃。优选地，第一温度为 70℃，第二温度为 40℃。这样，反应腔室 203 内的温度较高，利于预防反应腔室的内壁被刻蚀剂腐蚀；而基座 209 的温度较低，使刻蚀剂与基座 209 所承载的被加工工件上的二氧化硅在较低的温度下进行反应，从而不需要再配置退火腔室和冷却腔室，这样不仅节约了成本，而且还缩短了工艺路线，提高了产能。

在一个示例中，在根据本发明实施方式的气相刻蚀装置中，压力控制组件可以连接到反应腔主体 201，用于控制反应腔室 203 内的压力。

在一个示例中，如图 2 所示，压力控制组件可以包括：压力控制器 206，其用于将反应腔室 203 内的压力调节为 30Torr~300Torr，以提高气相刻蚀的刻蚀选择比。优选地，反应腔室 203 内的压力可以为 200Torr。这样，通过调节反应腔室 203 内的压力，使刻蚀剂在高压下反应，从而提高了刻蚀选择比和工艺效率。

在一个示例中，压力控制组件还可以包括：干泵 205 和分子泵 204。其中，干泵 205 用于调节反应腔室 203 内的湿度；分子泵 204 用于在工艺结束后从反应腔室 203 内抽出反应的副产物。压力控制器 206、干泵 205 以及分

子泵 204 可以组成真空系统，在工艺进行时，通过压力控制器 206 实现对反应腔室 203 内的压力的调节，通过干泵 205 控制反应腔室 203 的湿度；工艺结束后，通过分子泵 204 抽真空（例如抽出反应的副产物），为被加工工件的后续传输做准备。

图 3 示出了根据本发明的气相刻蚀装置的喷淋头的结构示意图。

在一个示例中，如图 2 和图 3 所示，根据本发明实施方式的气相刻蚀装置还包括喷淋头 210。喷淋头 210 处于反应腔室 203 的上部区域且与进气件 202 连接。其中，喷淋头 210 可以为双层结构，包括上匀流板 211 和下匀流板 212，从进气件 202 进入反应腔室 203 的刻蚀剂经由喷淋头 210 的上匀流板 211 和下匀流板 212 进入反应腔室 203，上匀流板 211 的孔径可以大于下匀流板 212 的孔径。

举例来说，气态刻蚀剂先进入上匀流板 211 上方，向下流动时受到上匀流板 211 的阻挡而改变流动方向，即，由沿竖直方向的向下流动改变为沿水平方向的流动，从而借助该上匀流板 211 实现气态刻蚀剂的初步匀流，即，使处于上匀流板 211 边缘区域的气态刻蚀剂与处于上匀流板 211 中心区域的气态刻蚀剂通过在水平方向上的扩散流动而达到初步均匀状态；然后，气态刻蚀剂穿过上匀流板 211 进入下匀流板 212 的上方，在受到下匀流板 212 的阻挡后，气态刻蚀剂在下匀流板 212 的上方继续进行水平方向的扩散流动，以进一步匀流，且由于上匀流板 211 的孔径大于下匀流板 212 的孔径，这样，既可以使气态刻蚀剂快速地进入喷淋头 210，且较慢地由喷淋头 210 排出，从而有利于气态刻蚀剂在喷淋头 210 内充分扩散与匀流，又能够保证气态刻蚀剂以较高的压力通过下匀流板 212，从而实现在反应腔室 203 内的高压工艺的要求。下匀流板 212 的孔径可以小于 1mm，例如，下匀流板 212 的孔径可以为 0.5mm。

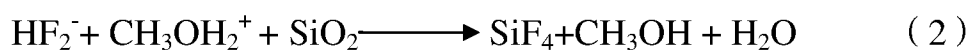
图 4a 和图 4b 分别示出了根据本发明的气相刻蚀装置的内衬组件的结构示意图。

在一个示例中,如图 4a 和图 4b 所示,根据本发明实施方式的气相刻蚀装置还可以包括内衬组件,内衬组件置于反应腔主体 201 的内部空间内(即,反应腔室 203 中)且覆盖反应腔主体 201 的侧壁。其中,内衬组件可以包括第一内衬 401 和第二内衬 402,反应的副产物先后经由基座 209 与第一内衬 401 之间的空隙 A,第一内衬 401 与第二内衬 402 之间的空隙 B 以及第二内衬 402 与反应腔主体 201 之间的间隙进入所述压力控制组件的分子泵 204。

反应腔室 203 中的内衬结构能够避免反应气体对反应腔室 203 造成腐蚀,产生颗粒。如图 4a 和图 4b 所示,气体经过喷淋头 210 的上匀流板 211 和下匀流板 212,经过基座 209 与第一内衬 401 之间的空隙 A、第一内衬 401 与第二内衬 402 之间的空隙 B 以及第二内衬 402 和反应腔主体 201 的侧壁之间的间隙而进入到真空系统(压力控制组件),被与反应腔主体 201 的侧壁相连的分子泵 204 抽走。为了满足高压工艺,基座 209 与第一内衬 401 之间的空隙 A 设计要求为小于 2mm,第一内衬 401 与第二内衬 402 之间的空隙 B 设计要求为小于 2mm,且 $A < B$,例如, $A=1.5\text{mm}$, $B=2\text{mm}$,以使气态刻蚀剂更少的进入到基座 209 的下方,保证气态刻蚀剂的利用效率。

在一个示例中,进气件可以向反应腔室内通入脱水的氟化氢气体和脱水的醇类气体;所述脱水的氟化氢气体和脱水的醇类气体混合生成刻蚀剂,以去除被加工工件上的二氧化硅。

在一个示例中,刻蚀剂可以由例如脱水的 HF 与甲醇(CH_3OH)混合生成。具体地,在采用甲醇(CH_3OH)的情况下,根据本发明的气相刻蚀装置的反应式可以表示为:



脱水的 HF 气体和脱水 CH_3OH 气体混合生成气态的刻蚀剂 HF_2^- 和 CH_3OH_2^+ ,然后刻蚀剂 HF_2^- 和 CH_3OH_2^+ 混合与 SiO_2 反应生成 SiF_4 、 CH_3OH

和 H_2O 。

举例来说,在工艺过程中,被加工工件从传输腔室传输至反应腔室 203,第二温度控制器 207 对基座 209 温度进行控制,以将被加工工件的温度控制在 20°C - 60°C ,第一温度控制器 208 用于将反应腔室 203 等组件的温度控制在 50°C - 90°C 。反应腔室 203 与被加工工件的温度均稳定后,将基座 209 升至工艺位,通入 CH_3OH 与 HF 工艺气体(脱水的 CH_3OH 与 HF 混合生成气态的刻蚀剂 HF_2^- 和 CH_3OH_2^+)进行工艺。工艺时,压力控制器 206 可以将反应腔室 203 内的压力控制在 30Torr-300Torr。优选地,反应腔室 203 内的压力为 200Torr,反应腔室 203 内的温度为 70°C ,基座 209 的温度为 40°C 。

在一个示例中,氟化氢气体的流量可以为 100sccm-500sccm,醇类气体的流量为 100sccm-1000sccm。进一步优选地,氟化氢气体的流量为 150sccm-225sccm,醇类气体的流量为 200sccm-450sccm。

在一个示例中,氟化氢气体与醇类气体的流量比可以为 0.8~1.2:1。进一步优选地,氟化氢气体与醇类气体的流量比为 1:1。

在一个示例中,醇类气体可以为 C_1 - C_8 一元醇气体中的至少一种。进一步优选地,醇类气体为甲醇、乙醇和异丙醇中的至少一种。

图 5 示出了采用本发明的气相刻蚀装置去除二氧化硅自然氧化层后的器件的示意图。相比于现有技术,根据本发明实施方式的气相刻蚀装置在去除自然氧化的 SiO_2 层时,反应生成物为非固态,因而可以被泵抽出,这样,该工艺不再需要进行退火处理,省去了退火这一步工艺流程;并且,由于反应生成物为非固态,可以避免出现现有技术中固态反应生成物堵塞小孔的问题,从而利于小孔底部位置处的 SiO_2 层的清除,由此提高了 SiO_2 自然氧化层的去除效率。而且,因为反应温度低(一般为 $\leq 40^\circ\text{C}$),被加工工件在被去除 SiO_2 后将不需要冷却即可直接进行后续工艺,因此不需要在气相刻蚀装置中集成退火功能或退火腔室,也就更无需配置单独的冷却腔室,这样不仅结构简单、工艺路线短、成本低、产能高,而且这种单腔结构(仅需设置

刻蚀腔室，而无需设置退火腔室及冷却腔室）更利于与后续工艺整合，即，更易于与后续工艺所需设备集成到一个平台上，因而使用灵活性强。

而 CH_3OH 具有吸水性，这将进一步减少 H_2O 在被加工工件表面的残留。且较高的工艺压力更容易让反应气体吸附在被加工工件表面并与 SiO_2 反应，从而大大增加了被加工工件表面 SiO_2 的去除速率和去除均匀性。

根据另一方面，本发明还提出了一种气相刻蚀设备，所述设备包括：反应装置和传输装置，其中，反应装置可以采用本发明前述实施例提供的气相刻蚀装置，传输装置与该反应装置相连，以使诸如晶片等的被加工工件能够在传输装置和反应装置之间传输。

根据本发明的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备的优点在于：

(1) 在本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备中，对应于反应腔室设置第一温度控制器，对应于基座设置第二温度控制器，以此实现对二者温度的独立控制，从而可以在将反应腔室内的温度维持在不会导致其内壁被刻蚀的第一温度的基础上，将基座的温度控制在第二温度下，其中第二温度低于第一温度，这样，由该基座所承载的被加工工件在进行诸如 SiO_2 的表面氧化物去除的刻蚀工艺后，该被加工工件的温度能够满足直接进行下一步工艺的温度要求，而无需再进行冷却，这样，不仅不需要在刻蚀腔室中集成退火功能或退火腔室，相应地也就更无需配置单独的冷却腔室，因而，气相刻蚀装置及气相刻蚀设备仅需设置刻蚀腔室，这样不仅结构简单、工艺路线短、成本低、产能高，而且这种单腔结构（仅需设置刻蚀腔室，而无需设置退火腔室及冷却腔室）更利于与后续工艺整合，更易于与后续工艺所需设备集成到一个平台上，因而使用灵活性强。

(2) 由于本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备是应用于气相刻蚀工艺，即，用气相刻蚀工艺来去除被加工工件表面上的 SiO_2 氧化物层，而不是应用现有技术中所采用的等离子体刻蚀，因此，采用本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备去除被加工工件表面上的 SiO_2 氧化物层时，不

产生固态反应生成物，这样，反应生成物容易被泵抽出腔室，由此可以避免出现现有技术中固态反应生成物堵塞小孔的问题，这不仅有利于小孔底部位置处的 SiO_2 层的清除，而且能够提高 SiO_2 氧化层的整体去除效率。

(3) 进一步地，应用本发明提供的气相刻蚀装置及气相刻蚀设备去除被加工工件表面上的 SiO_2 氧化物层时，需要在高压工艺条件下（例如，反应腔室内的压力为 30Torr-300Torr）实施工艺，这样，刻蚀剂更容易附着在诸如硅片的被加工工件的表面，因而能够加快反应速率，提高刻蚀选择比。

本领域技术人员应理解，上面对本发明的实施方式的描述的目的仅为了示例性地说明本发明的实施方式的有益效果，并不意在将本发明的实施方式限制于所给出的任何示例。

以上已经描述了本发明的实施方式，上述说明是示例性的，并非穷尽性的，并且也不限于所披露的各实施方式。在不偏离所说明的各实施方式的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择，旨在最好地解释各实施方式的原理、实际应用或对市场中的技术的改进，或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施方式。

权 利 要 求 书

1、一种气相刻蚀装置，包括：

反应腔主体，其所限定的空间形成反应腔室；

基座，其处于所述反应腔室的内部，用于承载被加工工件；

进气件，其连接到所述反应腔主体，用向所述反应腔室的内部通入刻蚀剂；以及

压力控制组件，其与所述反应腔主体相连，用于控制所述反应腔室内的压力，

其特征在于，所述装置还包括：

第一温度控制器，其连接到所述反应腔主体，用于将所述反应腔室内的温度控制至第一温度，所述第一温度为在该温度下所述反应腔室不会被所述刻蚀剂腐蚀的温度；以及

第二温度控制器，其连接到所述基座，用于将所述基座的温度控制至第二温度，所述第二温度为在该温度下所述基座所承载的被加工工件满足直接进行下一步工艺的温度要求的温度。

2、根据权利要求 1 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，所述第一温度控制器通过控制气媒、液媒或固体媒介以热传导、热辐射和/或热对流的方式将所述反应腔室内的温度控制至所述第一温度；和/或

所述第二温度控制器通过控制气媒、液媒或固体媒介以热传导、热辐射和/或热对流的方式将所述基座的温度控制至所述第二温度。

3、根据权利要求 2 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，所述第一温度的取值范围为 50°C ~ 90°C 。

4、根据权利要求 2 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，所述第二温度

的取值范围为 20℃~60℃。

5、根据权利要求 1 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，所述压力控制组件包括：

压力控制器，其用于将所述反应腔室内的压力控制在 30Torr 至 300Torr，以提高刻蚀选择比。

6、根据权利要求 1 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，还包括：

喷淋头，其处于所述反应腔室内的上部区域且与所述进气件相连，

所述喷淋头包括上匀流板和下匀流板，所述刻蚀剂经由所述喷淋头的上匀流板和下匀流板进入所述反应腔室，

其中，所述上匀流板的孔径大于所述下匀流板的孔径。

7、根据权利要求 1 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，还包括：

内衬组件，其置于所述反应腔主体的内部空间内且遮盖所述反应腔主体的侧壁，并且

所述内衬组件包括第一内衬和第二内衬，所述反应的副产物至少经由所述基座与所述第一内衬之间的空隙，以及所述第一内衬与所述第二内衬之间的空隙进入所述压力控制组件。

8、根据权利要求 7 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，所述基座与所述第一内衬之间的空隙小于所述第一内衬与所述第二内衬之间的空隙。

9、根据权利要求 1 所述的气相刻蚀装置，其特征在于，所述进气件向反应腔室内通入脱水的氟化氢气体和脱水的醇类气体；

所述脱水的氟化氢气体和脱水的醇类气体混合，以去除所述被加工工

件上的二氧化硅。

10、一种气相刻蚀设备，其特征在于，包括：传输装置以及权利要求1-9 中任一项所述的气相刻蚀装置，所述传输装置与所述气相刻蚀装置相连，以使被加工工件在所述传输装置和所述气相刻蚀装置之间传输。

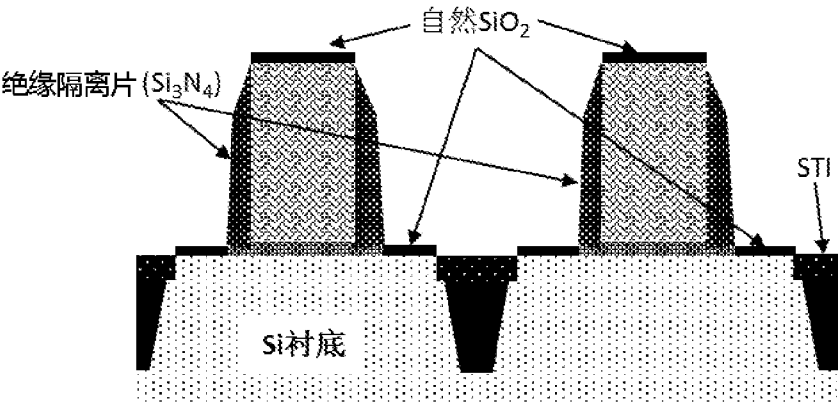


图 1

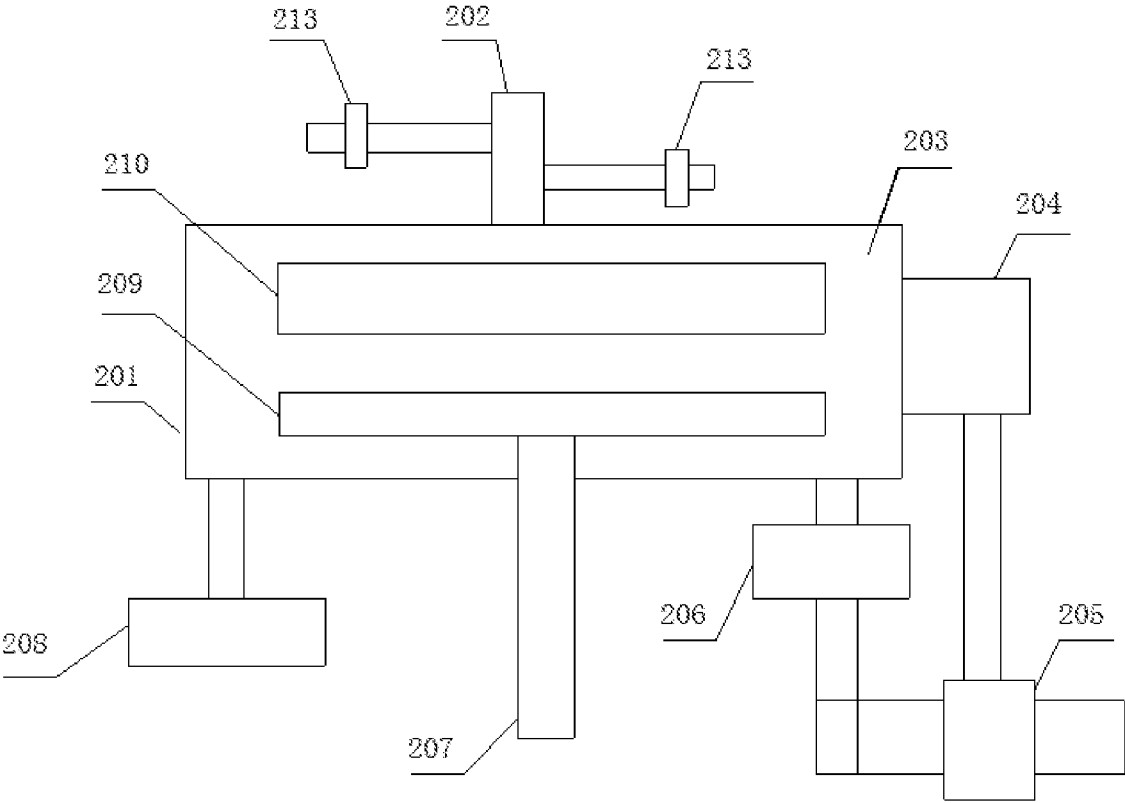


图 2

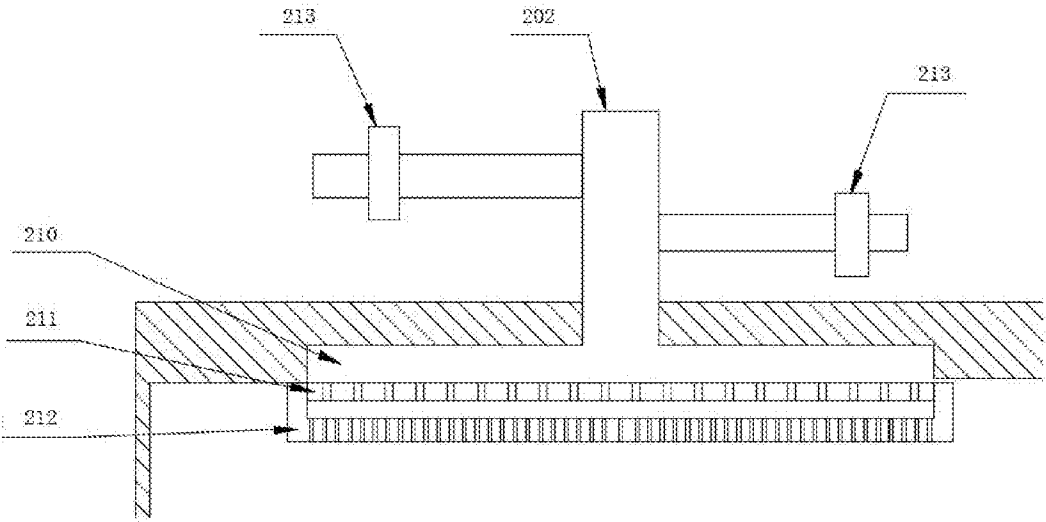


图 3

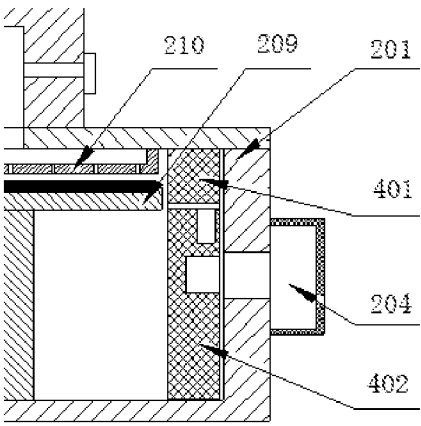


图 4a

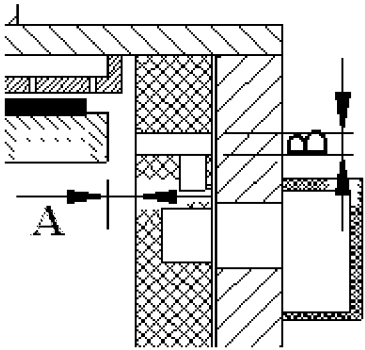


图 4b

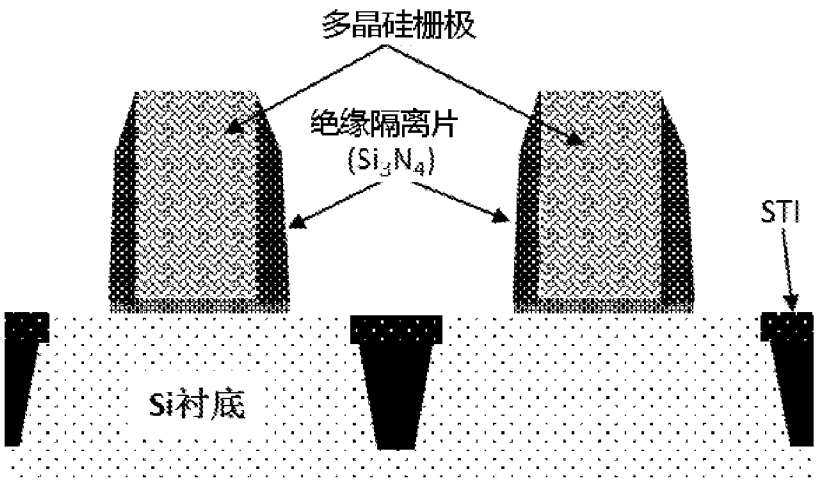


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/105368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/67 (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)

H01L

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; DWPI; SIPOABS; IEEE; CNKI: 气相, 蚀刻, 刻蚀, 温度, 控制, 调节, 腔, 室, 腐蚀, 氧化硅, 氢氟酸, vapor, etch, temperature, control, adjust, chamber, room, corrode, oxide, silicon, HF, hydrofluoric, acid

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101500935 A (POINT 35 MICROSTRUCTURES LIMITED), 05 August 2009 (05.08.2009), description, page 10, line 10 to page 13, line 8, and figure 6	1-10
X	CN 1088272 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION), 22 June 1994 (22.06.1994), description, page 16, line 11 to page 19, line 9, and figure 4	1-10
Y	US 2002058422 A1 (JANG et al.), 16 May 2002 (16.05.2002), description, paragraphs [0027]-[0034], and figure 3	1-10
Y	CN 102376604 A (BEIJING NMC CO., LTD.), 14 March 2012 (14.03.2012), description, paragraphs [0044]-[0078], and figure 2	1-10
A	CN 101392374 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 25 March 2009 (25.03.2009), entire document	1-10
A	CN 104995723 A (KOOK JE ELECTRIC KOREA CO., LTD.), 21 October 2015 (21.10.2015), entire document	1-10
A	TW 201616577 A (TOKYO ELECTRON LIMITED), 01 May 2016 (01.05.2016), entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 05 January 2018	Date of mailing of the international search report 12 January 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer YANG, Lili Telephone No. (86-10) 62089268

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/105368

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101500935 A	05 August 2009	US 8679354 B2 CN 101500935 B AT 529378 T GB 0615343 D0 EP 2046677 B1 US 2009308843 A1 JP 2009545460 A WO 2008015434 A1 JP 5290172 B2 ES 2375513 T3 EP 2046677 A1 DK 2046677 T3	25 March 2014 27 June 2012 15 November 2011 13 September 2006 19 October 2011 17 December 2009 24 December 2009 07 February 2008 18 September 2013 01 March 2012 15 April 2009 13 February 2012
CN 1088272 A	22 June 1994	JP 2501295 B2 DE 69332013 D1 SG 46459 A1 CA 2104071 C EP 0597792 A3 EP 0597792 A2 TW 246746 B JP H06224153 A CN 1038349 C DE 69332013 T2 AT 219292 T CA 2104071 A1 KR 970003888 B1 US 5282925 A EP 0597792 B1	29 May 1996 18 July 2002 20 February 1998 17 December 1996 20 September 1995 18 May 1994 01 May 1995 12 August 1994 13 May 1998 30 January 2003 15 June 2002 10 May 1994 22 March 1997 01 February 1994 12 June 2002
US 2002058422 A1	16 May 2002	KR 20020037088 A US 6806205 B2 KR 100381011 B1	18 May 2002 19 October 2004 26 April 2003
CN 102376604 A	14 March 2012	CN 102376604 B	30 October 2013
CN 101392374 A	25 March 2009	CN 101392374 B	22 September 2010
CN 104995723 A	21 October 2015	JP 2016500203 A TW 201434087 A TW I518778 B JP 6039102 B2 WO 2014129765 A1 KR 101443792 B1 CN 104995723 B US 2015364348 A1 KR 20140104180 A	07 January 2016 01 September 2014 21 January 2016 07 December 2016 28 August 2014 26 September 2014 08 September 2017 17 December 2015 28 August 2014
TW 201616577 A	01 May 2016	US 9613823 B2 KR 101790406 B1 JP 2016025195 A US 2016020115 A1 KR 20160010344 A	04 April 2017 25 October 2017 08 February 2016 21 January 2016 27 January 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/105368

A. 主题的分类

H01L 21/67(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)

H01L

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;DWPI;SIPOABS;IEEE;CNKI: 气相, 蚀刻, 刻蚀, 温度, 控制, 调节, 腔, 室, 腐蚀, 氧化硅, 氢氟酸, vapor, etch, temperature, control, adjust, chamber, room, corrode, oxide, silicon, HF, hydrofluoric, acid

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 101500935 A (点35微结构有限公司) 2009年 8月 5日 (2009 - 08 - 05) 说明书第10页第10行-第13页第8行, 图6	1-10
X	CN 1088272 A (国际商业机器公司) 1994年 6月 22日 (1994 - 06 - 22) 说明书第16页第11行-第19页第9行, 图4	1-10
Y	US 2002058422 A1 (JANG 等) 2002年 5月 16日 (2002 - 05 - 16) 说明书第[0027]-[0034]段, 图3	1-10
Y	CN 102376604 A (北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司) 2012年 3月 14日 (2012 - 03 - 14) 说明书第[0044]-[0078]段, 图2	1-10
A	CN 101392374 A (清华大学) 2009年 3月 25日 (2009 - 03 - 25) 全文	1-10
A	CN 104995723 A (国际电气高丽株式会社) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 全文	1-10
A	TW 201616577 A (东京威力科创股份有限公司) 2016年 5月 1日 (2016 - 05 - 01) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 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

2018年 1月 5日

国际检索报告邮寄日期

2018年 1月 12日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(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

杨丽丽

电话号码 (86-10)62089268

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/105368

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	101500935	A	2009年 8月 5日	US	8679354	B2	2014年 3月 25日
				CN	101500935	B	2012年 6月 27日
				AT	529378	T	2011年 11月 15日
				GB	0615343	D0	2006年 9月 13日
				EP	2046677	B1	2011年 10月 19日
				US	2009308843	A1	2009年 12月 17日
				JP	2009545460	A	2009年 12月 24日
				WO	2008015434	A1	2008年 2月 7日
				JP	5290172	B2	2013年 9月 18日
				ES	2375513	T3	2012年 3月 1日
				EP	2046677	A1	2009年 4月 15日
				DK	2046677	T3	2012年 2月 13日
CN	1088272	A	1994年 6月 22日	JP	2501295	B2	1996年 5月 29日
				DE	69332013	D1	2002年 7月 18日
				SG	46459	A1	1998年 2月 20日
				CA	2104071	C	1996年 12月 17日
				EP	0597792	A3	1995年 9月 20日
				EP	0597792	A2	1994年 5月 18日
				TW	246746	B	1995年 5月 1日
				JP	H06224153	A	1994年 8月 12日
				CN	1038349	C	1998年 5月 13日
				DE	69332013	T2	2003年 1月 30日
				AT	219292	T	2002年 6月 15日
				CA	2104071	A1	1994年 5月 10日
				KR	970003888	B1	1997年 3月 22日
				US	5282925	A	1994年 2月 1日
				EP	0597792	B1	2002年 6月 12日
US	2002058422	A1	2002年 5月 16日	KR	20020037088	A	2002年 5月 18日
				US	6806205	B2	2004年 10月 19日
				KR	100381011	B1	2003年 4月 26日
CN	102376604	A	2012年 3月 14日	CN	102376604	B	2013年 10月 30日
CN	101392374	A	2009年 3月 25日	CN	101392374	B	2010年 9月 22日
CN	104995723	A	2015年 10月 21日	JP	2016500203	A	2016年 1月 7日
				TW	201434087	A	2014年 9月 1日
				TW	I518778	B	2016年 1月 21日
				JP	6039102	B2	2016年 12月 7日
				WO	2014129765	A1	2014年 8月 28日
				KR	101443792	B1	2014年 9月 26日
				CN	104995723	B	2017年 9月 8日
				US	2015364348	A1	2015年 12月 17日
				KR	20140104180	A	2014年 8月 28日
TW	201616577	A	2016年 5月 1日	US	9613823	B2	2017年 4月 4日
				KR	101790406	B1	2017年 10月 25日
				JP	2016025195	A	2016年 2月 8日
				US	2016020115	A1	2016年 1月 21日
				KR	20160010344	A	2016年 1月 27日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)