

(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
2017 年 11 月 16 日 (16.11.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/193518 A1

(51) 国际专利分类号:
H01J 37/32 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/099022

(22) 国际申请日: 2016 年 9 月 14 日 (14.09.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610312544.0 2016 年 5 月 12 日 (12.05.2016) CN

(71) 申请人: 北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司 (BEIJING NMC 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: 李兴存 (LI, Xingcun); 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,

(54) Title: REACTION CHAMBER AND SEMICONDUCTOR PROCESSING APPARATUS

(54) 发明名称: 反应腔室及半导体加工设备

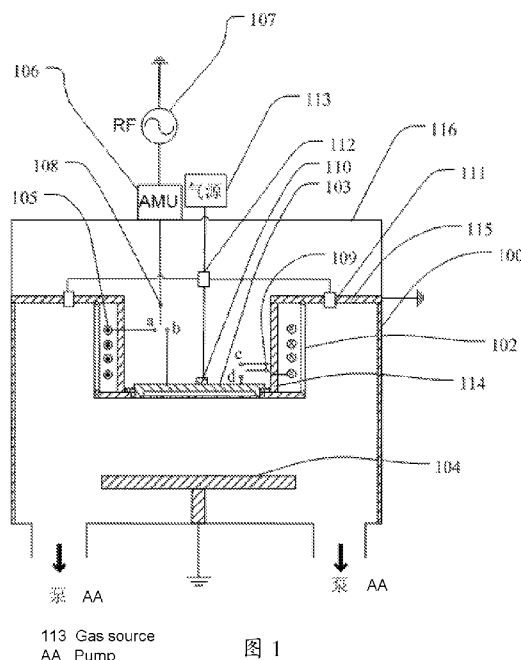


图 1

(57) Abstract: Provided are a reaction chamber and a semiconductor processing apparatus. The reaction chamber (100) comprises an upper electrode device and a lower electrode device. The lower electrode device is disposed within the reaction chamber (100) and used to support a workpiece to be processed. The upper electrode device comprises a medium cylinder (102), a coil (105), an upper power source (107), an upper electrode plate (103), a first selection switch (108), and a second selection switch (109). The medium cylinder (102) is a hollow cylindrical structure disposed on the top of a chamber wall of the reaction chamber (100). The coil (105)

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))。

is disposed around the medium cylinder (102). The upper electrode plate (103) is located above the lower electrode device. The first selection switch (108) is used to selectively electrically connect the upper power source (107) to a first end of the coil (105), or the upper power source (107) to the upper electrode plate (103). The second selection switch (109) is used to selectively ground a second end of the coil (105), or electrically connect a second end of the coil (105) to the upper electrode plate (103). The reaction chamber and the semiconductor processing apparatus of the present invention can selectively use different plasma sources to generate plasma, thus expanding a discharge window and application range of the plasma source.

(57) 摘要: 一种反应腔室及半导体加工设备, 反应腔室(100)包括上电极装置和下电极装置, 下电极装置设置在反应腔室(100)内, 用于承载被加工工件。上电极装置包括介质筒(102)、线圈(105)、上功率电源(107)、上电极板(103)、第一选择开关(108)和第二选择开关(109)。介质筒(102)为中空筒状结构且设置在反应腔室(100)的腔室壁的顶部; 线圈(105)围绕介质筒(102)设置; 上电极板(103)位于下电极装置的上方; 第一选择开关(108)用于选择性地使上功率电源(107)与线圈(105)的第一端电连接, 或者使上功率电源(107)与上电极板(103)电连接; 第二选择开关(109)用于选择性地使线圈(105)的第二端接地, 或者使线圈(105)的第二端与上电极板(103)电连接。所述反应腔室及半导体加工设备, 可选择地使用不同的等离子体源产生等离子体, 从而可扩大等离子体源的放电窗口和使用范围。

反应腔室及半导体加工设备

技术领域

本发明涉及半导体制造领域，具体地，涉及一种反应腔室及半导体加工设备。

背景技术

在半导体领域中，对于干法刻蚀工艺和薄膜沉积工艺，常用的等离子体源包括感应耦合等离子体（Inductively Coupled Plasma，以下简称ICP）源和容性耦合等离子体（Capacitively Coupled Plasma，以下简称CCP）源。其中，ICP源由电流通过线圈产生的电磁场激发反应气体产生等离子体，ICP源具有等离子体密度高、对工件损伤小等特点。CCP源由施加到电极板之间的电压激发反应气体产生等离子体，CCP源具有大面积均匀性好、离子能量高等特点。

但是，目前的反应腔室只能单独采用ICP源或者CCP源产生等离子体，这使得同一反应腔室的等离子体源不具有选择性，限制了等离子体源的放电窗口和使用范围。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种反应腔室及半导体加工设备，其可以可选择地使用不同的等离子体源产生等离子体，从而可以扩大等离子体源的放电窗口和使用范围。

为实现本发明的目的而提供一种反应腔室，包括上电极装置和下电极装置，所述下电极装置设置在所述反应腔室内，用于承载被加工工件。所述上电极装置包括介质筒、线圈、上功率电源、上电极板、第一选择开关和第二选择开关，其中，所述介质筒为中空的筒状结构且设置在所

述反应腔室的腔室壁的顶部；所述线圈围绕所述介质筒设置；所述上电极板位于所述下电极装置的上方；所述第一选择开关用于选择性地使所述上功率电源与所述线圈的第一端电连接，或者使所述上功率电源与所述上电极板电连接；所述第二选择开关用于选择性地使所述线圈的第二端接地，或者使所述线圈的第二端与所述上电极板电连接。

其中，所述第一选择开关包括第一转换开关，所述第一转换开关包括一个动触点和两个静触点，所述动触点连接所述上功率电源，且其中一个静触点连接所述线圈的第一端，另一个静触点连接所述上电极板。

其中，所述第二选择开关包括第二转换开关，所述第二转换开关包括一个动触点和两个静触点，所述动触点连接所述线圈的第二端，且其中一个静触点接地，另一个静触点连接所述上电极板。

其中，所述第一选择开关包括：两个独立开关，用于分别连接在所述上功率电源与所述线圈的第一端之间的电路上，以及连接在所述上射频电源与所述上电极板之间的电路上；所述开关控制模块，用于选择性地控制所述两个独立开关的导通和断开。

其中，所述第二选择开关包括：两个独立开关，用于分别连接在所述线圈的第二端与地之间的电路上，以及连接在所述线圈的第二端与所述上电极板之间的电路上；所述开关控制模块，用于选择性地控制所述两个独立开关的导通和断开。

其中，所述独立开关包括继电器、二极管或者射频开关。

其中，所述上电极组件还包括电极支撑件，所述电极支撑件和所述上电极板共同封闭所述反应腔室的顶部开口，且所述电极支撑件包括第一支撑部和第二支撑部。其中，所述第一支撑部呈中空的筒状结构，且与所述介质筒间隔一定距离地环绕在所述介质筒的内侧；所述线圈位于所述介质筒和所述第一支撑部之间；所述上电极板固定在所述第一支撑部的底部，且与所述第一支撑部电绝缘；所述第二支撑部呈环形的板状

结构，且接地；并且，所述第二支撑部的内边缘与所述第一支撑部的顶部固定连接，所述第二支撑部的外边缘与所述反应腔室的腔室壁固定连接。

其中，所述反应腔室还包括至少一个中心进气口和多个边缘进气口。其中，所述至少一个中心进气口设置在所述上电极板上，并与所述反应腔室的内部相连通；所述多个边缘进气口沿所述第二支撑部的周向而设置在所述第二支撑部上，并与所述反应腔室的内部相连通。

其中，所述上电极板具有呈空腔结构的匀流腔；所述至少一个中心进气口设置在所述匀流腔的顶部腔室壁，用以向所述匀流腔内输送反应气体；在所述匀流腔的底部腔室壁设置有多多个出气孔，且相对于所述匀流腔的底面均匀分布，用以均匀地将所述匀流腔内的反应气体输送至所述反应腔室内。

其中，所述反应腔室还包括气源和气体分配装置。其中，所述气源用于提供反应气体；所述气体分配装置用于将来自所述气源的反应气体分配至所述中心进气口和/或各个边缘进气口。

其中，所述介质筒、所述上电极板和所述反应腔室的顶壁共同封闭所述反应腔室的顶部开口；所述上电极板设置在所述介质筒的顶部；并且，所述线圈位于所述介质筒的外侧。

其中，所述上电极板具有呈空腔结构的匀流腔；在所述匀流腔的顶部腔室壁设置有至少一个进气口，用以向所述匀流腔内输送反应气体；在所述匀流腔的底部腔室壁设置有多多个出气孔，所述多个出气孔相对于所述匀流腔的底面均匀分布，用以均匀地将所述匀流腔内的反应气体输送至所述反应腔室内。

其中，所述反应腔室还包括固定电容或者可调电容，所述固定电容或者可调电容连接在所述上电极板与地之间的电路上。

其中，所述下电极装置包括基座，所述基座设置在所述反应腔室内

且接地，用于承载被加工工件。

作为另一个方面，本发明还提供一种半导体加工设备，包括反应腔室，所述反应腔室可以采用本发明上述任一方案所述的反应腔室。

本发明具有以下有益效果：

本发明提供的反应腔室，其具有由线圈放电形成的 ICP 源、由上电极板放电形成的 CCP 源以及由线圈和上电极板共同放电形成的 ICP-CCP 源，并且通过第一选择开关和第二选择开关，可以实现在 ICP 源、CCP 源和 ICP-CCP 源三种模式之间切换，即，可选择地使用不同的等离子体源产生等离子体，从而可以扩大等离子体源的放电窗口和使用范围。

本发明提供的半导体加工设备，其通过采用本发明提供的反应腔室，可以可选择地使用不同的等离子体源产生等离子体，从而可以扩大等离子体源的放电窗口和使用范围。

附图说明

图 1 为本发明第一实施例提供的反应腔室的剖视图；

图 2A 为图 1 中反应腔室在使用 ICP-CCP 源工艺时的等效图；

图 2B 为图 1 中反应腔室在使用 ICP-CCP 源进行工艺时的等效电路图；

图 3 为图 1 中的上电极板沿其轴向剖切得到的剖视图；

图 4A 为本发明第二实施例提供的反应腔室的剖视图；

图 4B 为图 4A 中的反应腔室在使用 ICP-CCP 源进行工艺时的等效电路图；

图 5 为本发明第三实施例提供的反应腔室的剖视图；以及

图 6 为本发明第四实施例提供的反应腔室的剖视图。

具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图来对本发明提供的反应腔室及半导体加工设备进行详细描述。

图 1 为本发明第一实施例提供的反应腔室的剖视图。请参阅图 1，反应腔室 100 包括上电极装置和下电极装置。其中，下电极装置设置在反应腔室 100 内，用于承载被加工工件被加工工件。在本实施例中，下电极装置包括基座 104，且接地。

上电极装置包括介质筒 102、线圈 105、上功率电源 107、上电极板 103、电极支撑件、第一选择开关 108 和第二选择开关 109。其中，电极支撑件包括第一支撑部 114 和第二支撑部 115，二者和上电极板 103 共同封闭反应腔室 100 的顶部开口。其中，介质筒 102 为中空的筒状结构且设置在反应腔室 100 的腔室壁的顶部；第一支撑部 114 同样呈中空的筒状结构，且与介质筒 102 间隔一定距离地环绕在介质筒 102 的内侧，用于固定上电极板 103。线圈 105 围绕介质筒 102 设置，且位于介质筒 102 和第一支撑部 114 之间。上电极板 103 固定在第一支撑部 114 的底部，且与第一支撑部 114 电绝缘，并且在反应腔室 100 的底面上的投影与基座 104 的投影相重叠。第二支撑部 115 接地，其为平板状结构，且呈环形，即，第二支撑部 115 为环形的板状结构；并且，第二支撑部 115 的内边缘与第一支撑部 114 的顶部固定连接；第二支撑部 115 的外边缘与反应腔室 100 的腔室壁固定连接。第一支撑部 114 和第二支撑部 115 采用诸如铝或者不锈钢等的导电金属制作。

进一步说，上述第二支撑部 115 固定在反应腔室 100 的顶部区域，第一支撑部 114 和介质筒 102 分别固定在第二支撑部 115 上。在这种情况下，当线圈 105 放电时，等离子体主要产生在反应腔室 100 的腔室壁与介质筒 102 二者所夹的区域内，该区域在反应腔室 100 的底面上的投影处于该底面的边缘区域且形状呈环形。当上电极板 103 放电时，等离

子体主要产生在上电极板 103 与基座 104 之间的区域,该区域在反应腔室 100 的底面上的投影处于该底面的中心区域。

第一选择开关 108 用于选择性地使上功率电源 107 通过匹配器 106 与线圈 105 的一端电连接,或者使上功率电源 107 通过匹配器 106 与上电极板 103 电连接。第二选择开关 109 用于选择性地使线圈 105 的另一端接地,或者使线圈 105 的另一端与上电极板 103 电连接。在本实施例中,第一选择开关 108 包括第一转换开关,该第一转换开关包括一个动触点和两个静触点,该动触点通过匹配器 106 连接上功率电源 107,其中一个静触点 a 连接线圈 105 的一端,另一个静触点 b 连接上电极板 103。与之相类似的,第二选择开关 109 包括第二转换开关,该第二转换开关包括一个动触点和两个静触点,动触点连接线圈 105 的另一端,其中一个静触点 c 通过电极支撑件接地,另一个静触点 d 连接上电极板 103。

在进行工艺时,上功率电源 107 通过匹配器 106 将激励功率(低频功率或者射频功率)分别馈入第一选择开关 108 和第二选择开关 109 处。

具体地,若第一选择开关 108 中的动触点与静触点 b 连接,同时第二选择开关 109 中的动触点与静触点 c 连接,则上功率电源 107 与上电极板 103 电连接,且线圈 105 接地。在这种情况下,激励功率单独馈入上电极板 103,并在上电极板 103 与基座 104 之间的中心区域激发反应腔室 100 内的反应气体形成等离子体,即,使用上电极板 103 放电形成的 CCP 源产生等离子体。

若第一选择开关 108 中的动触点与静触点 a 连接,同时第二选择开关 109 中的动触点与静触点 c 连接,则上功率电源 107 与线圈 105 的一端电连接,且线圈 105 的另一端接地。在这种情况下,激励功率单独馈入线圈 105,并在介质筒 102 与反应腔室 100 的腔室壁之间的环形边缘

区域激发反应腔室 100 内的反应气体形成等离子体，即，使用线圈 105 放电形成的 ICP 源产生等离子体。

若第一选择开关 108 中的动触点与静触点 a 连接，同时第二选择开关 109 中的动触点与静触点 d 连接，则上功率电源 107 与线圈 105 的一端电连接，且线圈 105 的另一端与上电极板 103 电连接。在这种情况下，激励功率同时馈入线圈 105 和上电极板 103，并分别在介质筒 102 与反应腔室 100 的腔室壁之间的环形边缘区域，以及上电极板 103 与基座 104 之间的中心区域激发反应腔室 100 内的反应气体形成等离子体，即，使用线圈 105 和上电极板 103 共同放电形成的 ICP-CCP 源产生等离子体。

图 2A 为图 1 中反应腔室在使用 ICP-CCP 源工艺时的等效图。如图 2A 所示，来自上功率电源 107 的交变电流依次通过线圈 105 和上电极板 103，此时上电极板 103 可以等效为一个连接在线圈 105 与地之间的电容。这样，由线圈 105 和上电极板 103 共同放电形成的 ICP-CCP 源可以兼容 CCP 源的电场均匀性和 ICP 源的高等离子体密度这两个优势。优选的，可以将本发明实施例提供的反应腔室应用在 PECVD 设备，在利用该 PECVD 设备依次进行清洗工艺和沉积工艺时，可以在清洗工艺使用 ICP-CCP 源进行工艺，由于 ICP-CCP 源兼容 CCP 源的电场均匀性和 ICP 源的高等离子体密度这两个优势，因此，不仅可以提高清洗工艺的速率，而且还可以提高清洗工艺的均匀性。而在进行沉积工艺时，可以根据具体需要将 ICP-CCP 源切换至 ICP 源或者 CCP 源，从而满足沉积工艺的要求。

而且，基座 104 与上电极板 103 可以在工艺时产生平板式电场，由于由线圈 105 产生的电场的强度会被介质筒 102 削弱，而该平板式电场的强度远高于由线圈 105 产生的电场的强度，因此，该平板式电场相对于由线圈 105 产生的电场起主要作用，从而可以降低因线圈 105 的电场

不均匀所产生的影响，进而使形成的等离子体的密度分布更均匀，从而提高等离子体的密度分布均匀性。

图 2B 为图 1 中反应腔室在使用 ICP-CCP 源进行工艺时的等效电路图。如图 2B 所示，虚线方框表示等离子体等效模型。等离子体由鞘层和等离子体区组成，其中，鞘层可以等效为电容和二极管结构；等离子体区可以等效为电阻和电感结构。L 为由等离子体的电流形成的等效电感。R 为等离子体等效电阻。C1 为上电极板 103 与等离子体鞘层之间形成的第一鞘层电容。C2 为上电极板 103 与地之间形成的集散电容。C3 为基座 104 与等离子体鞘层之间形成的第二鞘层电容。

由图 2B 可知，在进行工艺时，通过使线圈 105 与上电极板 103 电连接，还可以在上电极板 103 与地之间构成平板电容结构，同时形成集散电容 C2 和第一鞘层电容 C1，其中，第一鞘层电容 C1 可以起到调节线圈 105 的射频电流相位的作用，从而通过控制例如等离子体启辉参数等的工艺条件，可以对第一鞘层电容 C1 进行实时调节，以减小线圈 105 的两端之间的相位差异，进而可以进一步提高由线圈 105 产生的电场的均匀性，从而可以提高等离子体的密度分布均匀性。

综上所述，本发明实施例提供的反应腔室，其具有由线圈 105 放电形成的 ICP 源、由上电极板 103 放电形成的 CCP 源以及由线圈 105 和上电极板 103 共同放电形成的 ICP-CCP 源，并且通过借助第一选择开关 108 和第二选择开关 109，可以实现在 ICP 源、CCP 源和 ICP-CCP 源三种模式之间切换，即，可选择地使用不同的等离子体源产生等离子体，从而可以扩大等离子体源的放电窗口和使用范围。

优选的，反应腔室 100 还包括至少一个中心进气口 110 和多个边缘进气口 111，其中，图 3 为图 1 中的上电极板沿其轴向剖切得到的剖视图。如图 3 所示，上电极板 103 具有匀流腔 1031，该匀流腔 1031 呈空腔结构。该匀流腔 1031 的顶部腔室壁中设置有至少一个沿匀流腔 1031

的轴向贯穿该顶部腔室壁的进气口 110，用以向匀流腔 1031 内输送反应气体。该匀流腔 1031 的底部腔室壁中设置有多个贯穿该底部腔室壁的出气孔 1032，这些出气孔 1032 相对于匀流腔 1031 的底面均匀分布，用以均匀地将匀流腔 1031 内的反应气体输送至反应腔室 100 内的位于上电极板 103 与基座 104 之间的中心区域处。此外，多个边缘进气口 111 沿第二支撑部 115 的周向而设置在第二支撑部 115 上，并与反应腔室 100 的内部相连通，用以均匀地将反应气体输送至反应腔室 100 内的位于介质筒 102 与反应腔室 100 的腔室壁之间的环形边缘区域。

在进行工艺时，反应气体首先经由上述进气口 110 进入匀流腔 1031 内，并向四周扩散，实现在整个匀流腔 1031 内的均匀分布，然后经由各个出气孔 1032 均匀地流入反应腔室 100 内。反应气体的流向如图 3 中的箭头所示。

另外，反应腔室 100 还包括气源 113 和气体分配装置 112，其中，气源 113 用于提供反应气体；气体分配装置 112 用于将来自气源 113 的反应气体分配至中心进气口 110 和/或各个边缘进气口 111，从而可以根据当前所使用的等离子体源，控制反应气体由相应的进气口流入反应腔室 100 内。

优选的，在电极支撑件的上方还罩设有屏蔽罩 116，该屏蔽罩 116 接地，在进行工艺时，屏蔽罩 116 可以屏蔽由线圈 105 和/或上电极板 103 产生的电磁场，从而避免射频电源在馈入功率时产生的射频辐射对工艺造成影响。

需要说明的是，在本实施例中，第一选择开关 108 和第二选择开关 109 均为转换开关，但是本发明并不局限于此，在实际应用中，第一选择开关 108 和/或第二选择开关 109 还可以采用由两个独立开关和开关控制模块组成的电子开关，例如继电器、二极管或者射频开关等等。具体地，在第一选择开关中，两个独立开关用于分别连接在上功率电源与

线圈的一端（以下称为“线圈的第一端”）之间的电路上，以及上射频电源与上电极板之间的电路上；开关控制模块用于选择性地控制两个独立开关的导通和断开，从而实现选择性地使上功率电源与线圈的第一端电连接，或者使上功率电源与上电极板电连接。与之相类似的，在第二选择开关中，两个独立开关用于分别连接在线圈的另一端（以下称为“线圈的第二端”）与地之间的电路上，以及线圈的第二端与上电极板之间的电路上；开关控制模块用于选择性地控制两个独立开关的导通和断开，从而实现选择性地使线圈的第二端接地，或者使线圈的第二端与上电极板电连接。可以理解，线圈的第一端和线圈的第二端的命名仅仅是为了便于区分以及便于清楚地进行描述，而并非用于限定线圈的输入端和输出端。

还需要说明的是，在本实施例中，上电极板 103 具有空腔结构的匀流腔 1031，但是本发明并不局限于此，在实际应用中，上电极板 103 也可以采用实心的平板，在这种情况下，至少一个中心进气口 110 设置在该平板上，并直接连通至反应腔室 100 的内部。

另外，在本实施例中，通过使基座 104 接地，可以降低在置于基座 104 上的被加工工件表面产生的偏压，从而可以避免在使用 CCP 源或者 ICP-CCP 源进行工艺时，使沉积在被加工工件表面上的薄膜产生缺陷或损伤。当然，在实际应用中，基座 104 也可以根据具体需要与射频电源电连接。

图 4A 为本发明第二实施例提供的反应腔室的剖视图。请参阅图 4A，本发明第二实施例为上述第一实施例的变型，该变型实施例与上述第一实施例相比，其区别仅在于，反应腔室 100 还包括固定电容 117，该固定电容 117 串联在上电极板 103 与地之间。具体地，固定电容 117 的一端接上电极板 103，另一端通过电极支撑件接地。

图 4B 为图 4A 中的反应腔室在使用 ICP-CCP 源进行工艺时的等效

电路图。请参阅图 4B，C4 为固定电容，线圈 105 的电压可以被分配至第一鞘层电容 C1 和固定电容 C4，即，固定电容 C4 可以起到对线圈 105 两端的电压进行分压的作用，以减小线圈 105 两端间的电压差异，从而可以进一步提高由线圈 105 产生的电场的均匀性。此外，借助固定电容 C4 的分压作用，还可以避免因线圈 105 的输出末端电压过高，而导致上电极板 103 产生打火现象。

在实际应用中，上述固定电容 C4 可以采用可调电容代替，由于其容值可调，通过调节该可调电容接入到电路中的容值大小，可以对线圈 105 两端的电压的分配进行调节，以减小线圈 105 两端间的电压差异，从而不仅可以进一步提高由线圈 105 产生的电场的均匀性，而且还可以提高电容调节的灵活性。

图 5 为本发明第三实施例提供的反应腔室的剖视图。请参阅图 5，本实施例提供的反应腔室与上述第一实施例相比，其区别仅在于：上电极装置的结构不同。

具体地，反应腔室 200 包括上电极装置和下电极装置。其中，下电极装置设置在反应腔室 200 内，用于承载被加工工件。在本实施例中，下电极装置包括基座 204，且接地。

上电极装置包括介质筒 202、线圈 205、上功率电源 207、匹配器 206、上电极板 203、屏蔽罩 216、第一选择开关 208 和第二选择开关 209。其中，介质筒 202 为中空的筒状结构且设置在反应腔室 200 的顶部，具体地，介质筒 202 设置在反应腔室 200 的外部且由腔室壁的顶部支撑，该腔室壁的顶部开口被罩在介质筒 202 的内侧，借助该腔室壁的顶部开口使得介质筒 202 所括空间与反应腔室 200 的空腔相连通。上电极板 203 呈平板状，设置在介质筒 202 的顶部，将介质筒 202 的顶部开口封闭。这样，介质筒 202、上电极板 203 以及反应腔室 200 的顶壁共同封闭反应腔室 200 的顶部开口，且介质筒 202 的内部与反应腔室 200

的内部相连通，从而上电极板 203、介质筒 202 和反应腔室 200 的腔室壁共同形成封闭的工艺空间。并且，线圈 205 环绕设置在介质筒 202 的外侧。此外，上电极装置中的其他部件的结构和功能与上述第一实施例的对应部件的结构和功能相类似，在此不再赘述。

在本实施例中，反应腔室还包括一个进气口 210 和气源 213，其中，进气口 210 设置在上电极板 203 的中心位置处，并与反应腔室 200 的内部相连通，在进行工艺时，由气源 213 提供的反应气体经由进气口 210 进入反应腔室 200 的内部。

在实际应用中，上述进气口的数量还可以为两个或者三个以上，且沿上电极板所在平面均匀分布，用以均匀地向反应腔室 200 内输送反应气体。

需要说明的是，在本实施例中，上电极板 203 呈平板状，但是本发明并不局限于此，在实际应用中，与上述第一实施例相类似的，上电极板还可以设置成带有匀流腔的结构。并且，在该匀流腔的顶部设置有至少一个进气口，用以向匀流腔内输送反应气体。在匀流腔的底部设置有多个出气孔，且相对于匀流腔的底面均匀分布，用以均匀地将匀流腔内的反应气体输送至反应腔室内。在进行工艺时，反应气体首先经由上述至少一个进气口进入匀流腔内，并向四周扩散，实现在整个匀流腔内的均匀分布，然后经由各个出气孔均匀地流入反应腔室内。

图 6 为本发明第四实施例提供的反应腔室的剖视图。请参阅图 6，本发明第四实施例与上述第三实施例相比，其区别仅在于：反应腔室 200 还包括固定电容 217，该固定电容 217 连接在上电极板 203 与地之间的电路上。具体地，固定电容 217 通过屏蔽罩 216 接地。

与上述第二实施例相类似的，固定电容 217 可以起到对线圈 205 两端电压进行分压的作用，以减小线圈 205 两端之间的电压差异，从而可以进一步提高由线圈 205 产生的电场的均匀性。此外，借助固定电容

217 的分压作用，还可以避免因线圈 205 的输出末端电压过高，而导致上电极板 203 产生打火现象。

在实际应用中，上述固定电容 217 可以采用可调电容代替，由于其容值可调，通过调节可调电容接入电路中的容值大小，可以对线圈 205 两端电压的分配进行调节，以减小线圈 205 两端之间的电压差异，从而不仅可以进一步提高由线圈 205 产生的电场的均匀性，而且还可以提高电容调节的灵活性。

综上所述，本发明上述各个实施例提供的反应腔室，其具有由线圈放电形成的 ICP 源、由上电极板放电形成的 CCP 源以及由线圈和上电极板共同放电形成的 ICP-CCP 源，并且通过借助第一选择开关和第二选择开关，可以实现在 ICP 源、CCP 源和 ICP-CCP 源三种模式之间切换，即，可选择地使用不同的等离子体源产生等离子体，从而可以扩大等离子体源的放电窗口和使用范围。

作为另一个技术方案，本发明实施例还提供一种半导体加工设备，包括反应腔室，该反应腔室采用了本发明上述各个实施例提供的反应腔室。

本发明实施例提供的半导体加工设备，其通过采用本发明实施例提供的上述反应腔室，可以可选择地使用不同的等离子体源产生等离子体，从而可以扩大等离子体源的放电窗口和使用范围。

可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种反应腔室，包括上电极装置和下电极装置，所述下电极装置设置在所述反应腔室内，用于承载被加工工件，其特征在于，所述上电极装置包括介质筒、线圈、上功率电源、上电极板、第一选择开关和第二选择开关，其中，

所述介质筒为中空的筒状结构且设置在所述反应腔室的腔室壁的顶部；

所述线圈围绕所述介质筒设置；

所述上电极板位于所述下电极装置的上方；

所述第一选择开关用于选择性地使所述上功率电源与所述线圈的第一端电连接，或者使所述上功率电源与所述上电极板电连接；

所述第二选择开关用于选择性地使所述线圈的第二端接地，或者使所述线圈的第二端与所述上电极板电连接。

2. 根据权利要求 1 所述的反应腔室，其特征在于，所述第一选择开关包括第一转换开关，所述第一转换开关包括一个动触点和两个静触点，所述动触点连接所述上功率电源，且其中一个静触点连接所述线圈的第一端，另一个静触点连接所述上电极板。

3. 根据权利要求 1 所述的反应腔室，其特征在于，所述第二选择开关包括第二转换开关，所述第二转换开关包括一个动触点和两个静触点，所述动触点连接所述线圈的第二端，且其中一个静触点接地，另一个静触点连接所述上电极板。

4. 根据权利要求 1 所述的反应腔室，其特征在于，所述第一选择开关包括：

两个独立开关，用于分别连接在所述上功率电源与所述线圈的第一端之

间的电路上，以及连接在所述上射频电源与所述上电极板之间的电路上；

所述开关控制模块，用于选择性地控制所述两个独立开关的导通和断开。

5. 根据权利要求 1 所述的反应腔室，其特征在于，所述第二选择开关包括：

两个独立开关，用于分别连接在所述线圈的第二端与地之间的电路上，以及连接在所述线圈的第二端与所述上电极板之间的电路上；

所述开关控制模块，用于选择性地控制所述两个独立开关的导通和断开。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的反应腔室，其特征在于，所述独立开关包括继电器、二极管或者射频开关。

7. 根据权利要求 1-5 任意一项所述的反应腔室，其特征在于，所述上电极组件还包括电极支撑件，所述电极支撑件和所述上电极板共同封闭所述反应腔室的顶部开口，且所述电极支撑件包括第一支撑部和第二支撑部，其中，

所述第一支撑部呈中空的筒状结构，且与所述介质筒间隔一定距离地环绕在所述介质筒的内侧；所述线圈位于所述介质筒和所述第一支撑部之间；所述上电极板固定在所述第一支撑部的底部，且与所述第一支撑部电绝缘；

所述第二支撑部呈环形的板状结构，且接地；并且，所述第二支撑部的内边缘与所述第一支撑部的顶部固定连接，所述第二支撑部的外边缘与所述反应腔室的腔室壁固定连接。

8. 根据权利要求 7 所述的反应腔室，其特征在于，所述反应腔室还包括至少一个中心进气口和多个边缘进气口，其中，

所述至少一个中心进气口设置在所述上电极板上,并与所述反应腔室的内部相连通;

所述多个边缘进气口沿所述第二支撑部的周向而设置在所述第二支撑部上,并与所述反应腔室的内部相连通。

9. 根据权利要求 8 所述的反应腔室,其特征在于,所述上电极板具有呈空腔结构的匀流腔;所述至少一个中心进气口设置在所述匀流腔的顶部腔室壁,用以向所述匀流腔内输送反应气体;

在所述匀流腔的底部腔室壁设置有多个出气孔,且相对于所述匀流腔的底面均匀分布,用以均匀地将所述匀流腔内的反应气体输送至所述反应腔室内。

10. 根据权利要求 8 所述的反应腔室,其特征在于,所述反应腔室还包括气源和气体分配装置,其中,

所述气源用于提供反应气体;

所述气体分配装置用于将来自所述气源的反应气体分配至所述中心进气口和/或各个边缘进气口。

11. 根据权利要求 1-5 任意一项所述的反应腔室,其特征在于,所述介质筒、所述上电极板和所述反应腔室的顶壁共同封闭所述反应腔室的顶部开口;所述上电极板设置在所述介质筒的顶部;并且,所述线圈位于所述介质筒的外侧。

12. 根据权利要求 11 所述的反应腔室,其特征在于,所述上电极板具有呈空腔结构的匀流腔;

在所述匀流腔的顶部腔室壁设置有至少一个进气口,用以向所述匀流腔内输送反应气体;

在所述匀流腔的底部腔室壁设置有多个出气孔,所述多个出气孔相对于所述匀流腔的底面均匀分布,用以均匀地将所述匀流腔内的反应气体输送至所述反应腔室内。

13. 根据权利要求 1-5 任意一项所述的反应腔室,其特征在于,所述反应腔室还包括固定电容或者可调电容,所述固定电容或者可调电容连接在所述上电极板与地之间的电路上。

14. 根据权利要求 1-5 任意一项所述的反应腔室,其特征在于,所述下电极装置包括基座,所述基座设置在所述反应腔室内且接地,用于承载被加工工件。

15. 一种半导体加工设备,包括反应腔室,其特征在于,所述反应腔室采用权利要求 1-14 任意一项所述的反应腔室。

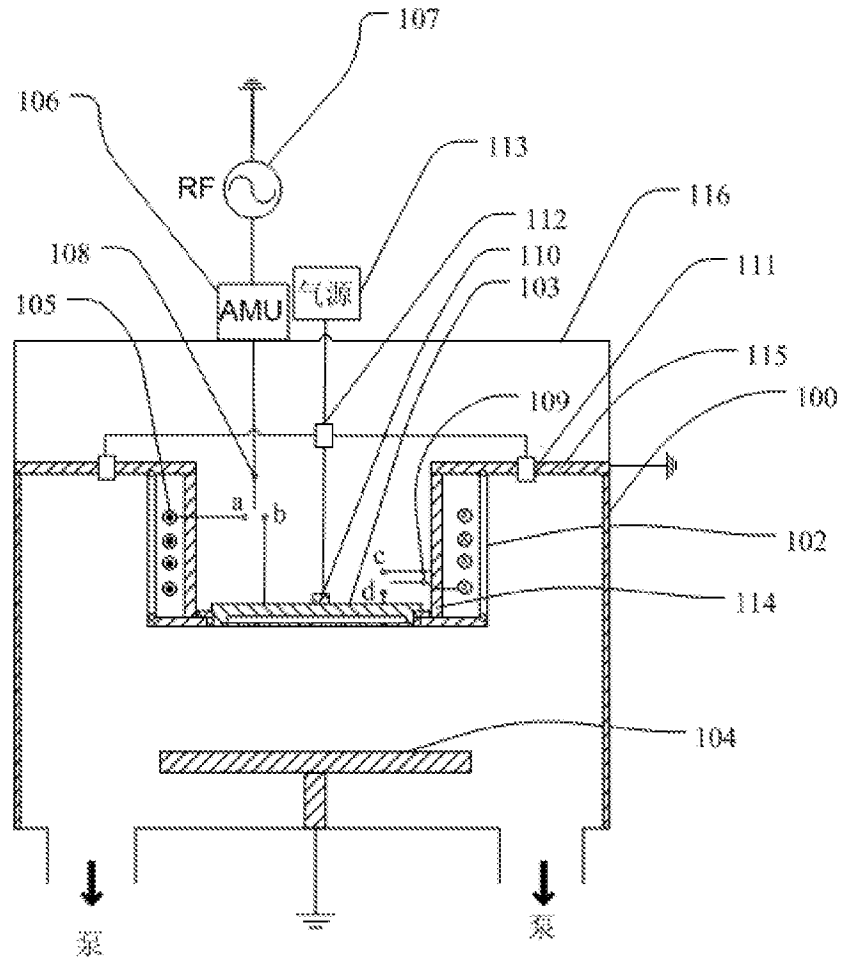


图 1

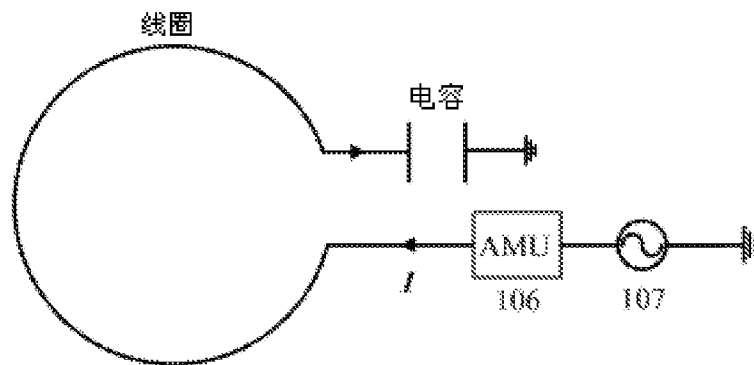


图 2A

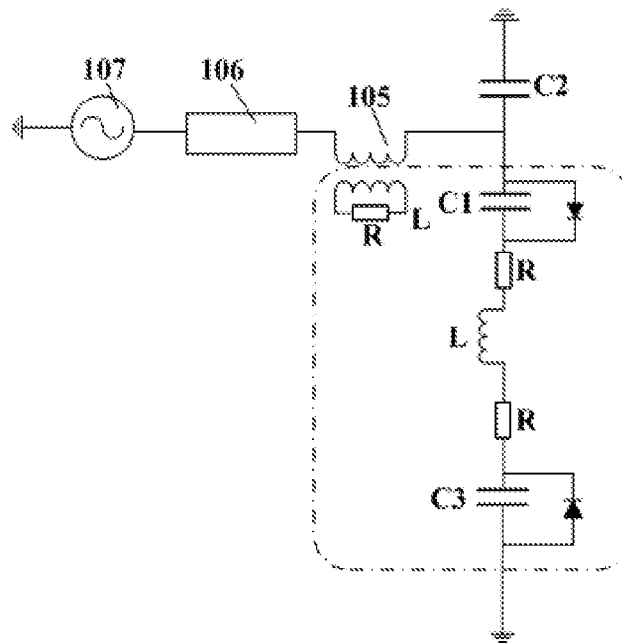


图 2B

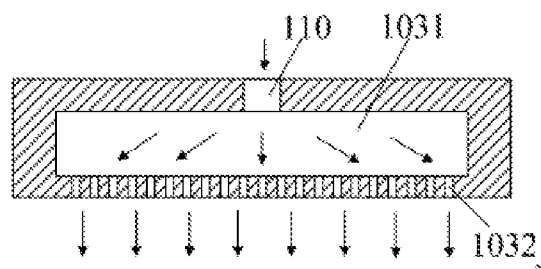


图 3

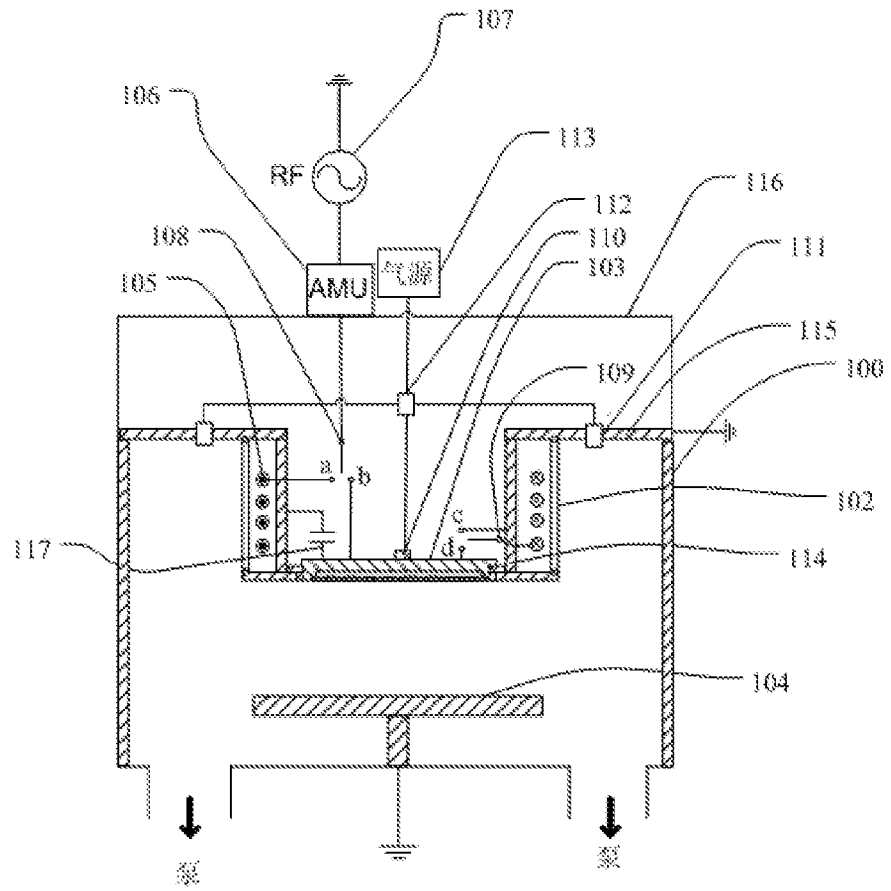


图 4A

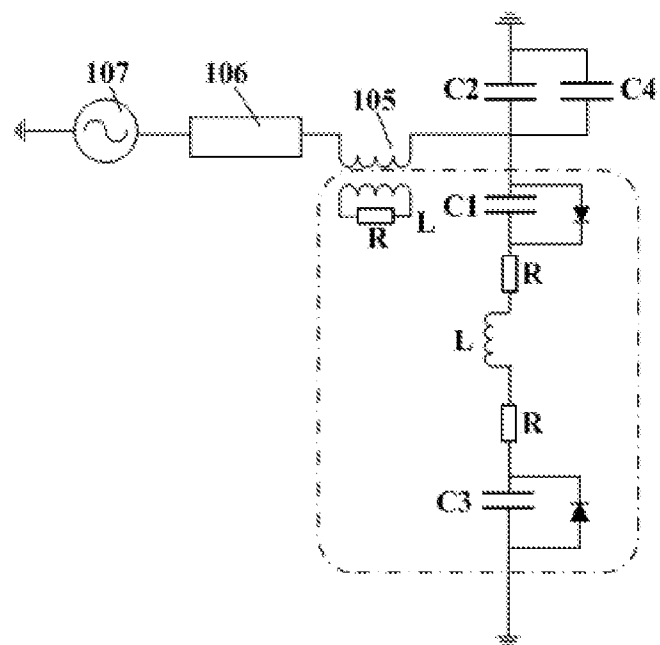


图 4B

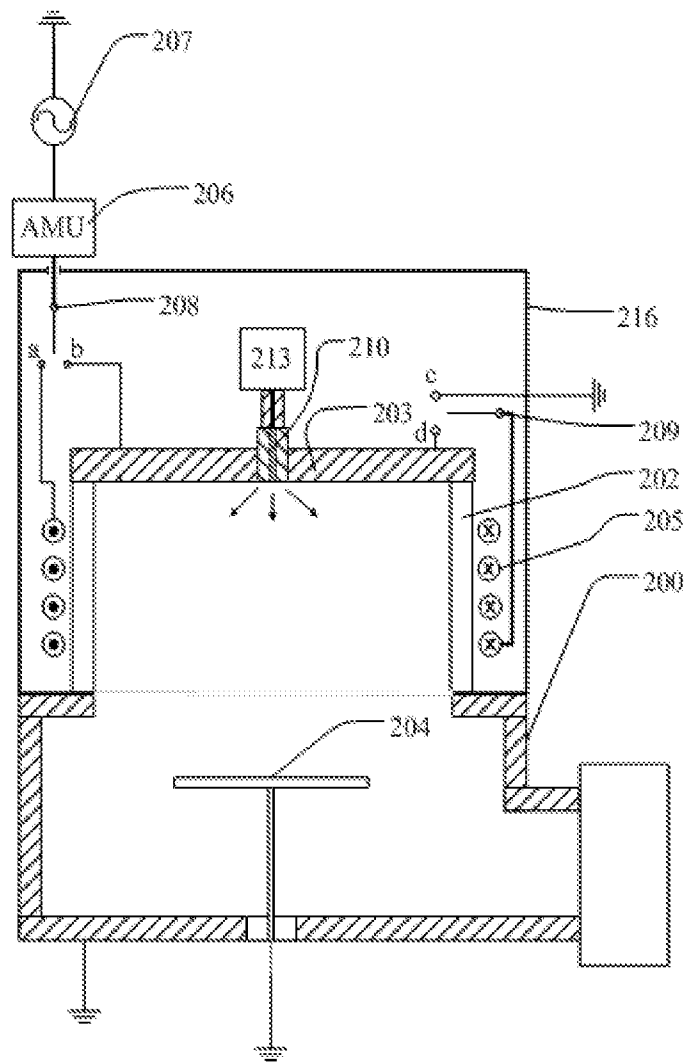


图 5

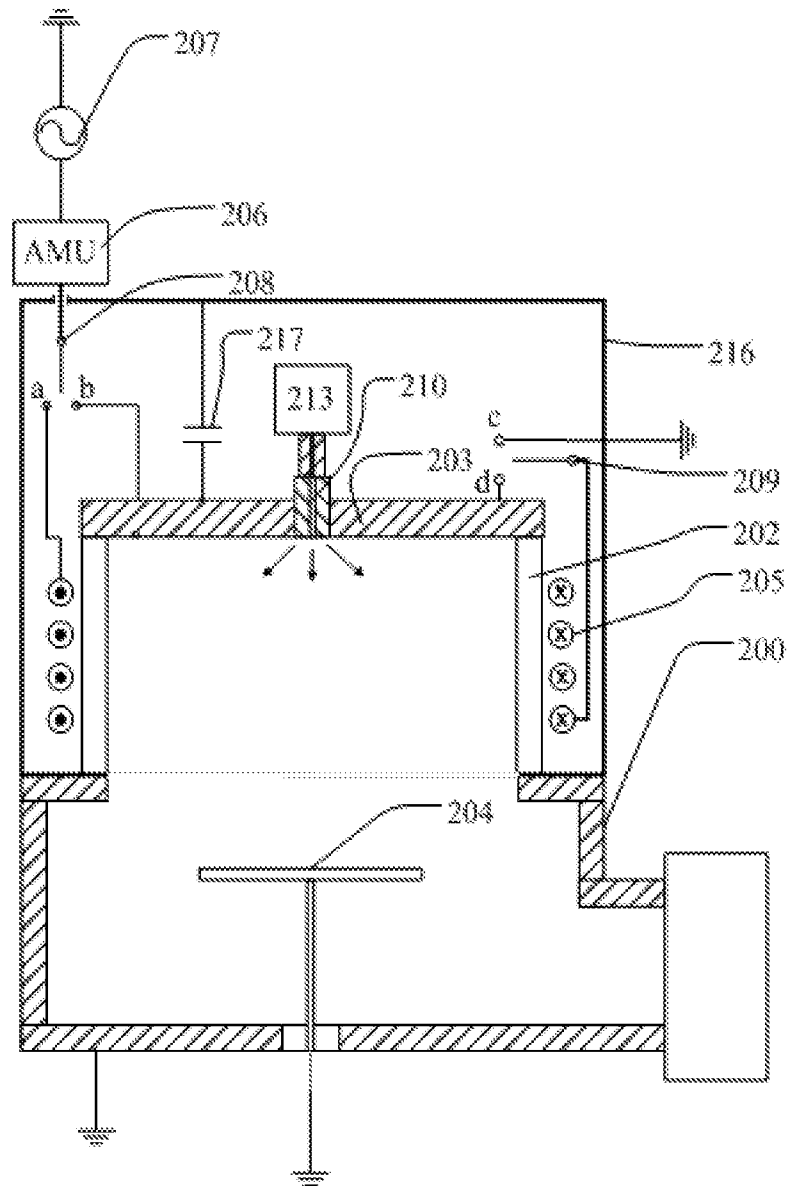


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/099022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J 37/32 (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)

H01J; H01L; C23C

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)

CNKI, CNPAT: select, capacitive coupling, CCP, switch, plasma, ICP, inductive coupling, reaction chamber, coil, radio frequency, electrode plate

WPI, EPODOC: select+, inductive+, capacitive+, couple?, plasma, switch, reactive, chamber, coil, frequency, radio, plate, electrode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102586890 A (PEKING UNIVERSITY), 18 July 2012 (18.07.2012), description, paragraphs [0023]-[0030], and figure 1	1-15
A	CN 103021912 A (ADVANCED MICRO-FABRICATION EQUIPMENT INC.), 03 April 2013 (03.04.2013), the whole document	1-15
A	CN 105336559 A (BEIJING NMC CO., LTD.), 17 February 2016 (17.02.2016), the whole document	1-15
A	CN 1875453 A (OXFORD INSTRUMENTS PLASMA TECHNOLOGY LIMITED), 06 December 2006 (06.12.2006), the whole document	1-15
A	CN 103367089 A (ADVANCED MICRO-FABRICATION EQUIPMENT INC.), 23 October 2013 (23.10.2013), the whole document	1-15
A	US 2003042131 A1 (JOHNSON, W. L.), 06 March 2003 (06.03.2003), the whole document	1-15

☐ 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 13 December 2016 (13.12.2016)	Date of mailing of the international search report 29 December 2016 (29.12.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 LI, Weifen Telephone No.: (86-10) 62414008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/099022

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102586890 A	18 July 2012	None	
CN 103021912 A	03 April 2013	TW 201426814 A	01 July 2014
		TW I514440 B	21 December 2015
		CN 103021912 B	07 October 2015
CN 105336559 A	17 February 2016	None	
CN 1875453 A	06 December 2006	WO 2005034163 A3	17 November 2005
		WO 2005034163 A2	14 April 2005
		EP 1668663 B1	18 March 2015
		US 2007158305 A1	12 July 2007
		US 7713377 B2	11 May 2010
		EP 1668663 A2	14 June 2006
		GB 0323001 D0	05 November 2003
CN 103367089 A	23 October 2013	TW I476810 B	11 March 2015
		TW 201340166 A	01 October 2013
		CN 103367089 B	06 April 2016
US 2003042131 A1	06 March 2003	WO 0163000 A3	10 January 2002
		TW 584905 B	21 April 2004
		AU 4147901 A	03 September 2001
		US 6758948 B2	06 July 2004
		WO 0163000 A2	30 August 2001

A. 主题的分类 H01J 37/32 (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) H01J; H01L; C23C 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)) CNKI, CNPAT: 选择, 容性耦合, CCP, 开关, 等离子体, ICP, 感应耦合, 反应腔, 线圈, 射频, 电极板, WPI, EPDOC: select+, inductive+, capacitive+, couple?, plasma, switch, reactive, chamber, coil, frequency, radio, plate, electrode																							
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 102586890 A (北京大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 说明书第[0023]段至第[0030]段, 附图1</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103021912 A (中微半导体设备上海有限公司) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105336559 A (北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司) 2016年 2月 17日 (2016 - 02 - 17) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1875453 A (牛津仪器血浆技术有限公司) 2006年 12月 6日 (2006 - 12 - 06) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103367089 A (中微半导体设备上海有限公司) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2003042131 A1 (JOHNSON, W. L.) 2003年 3月 6日 (2003 - 03 - 06) 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 102586890 A (北京大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 说明书第[0023]段至第[0030]段, 附图1	1-15	A	CN 103021912 A (中微半导体设备上海有限公司) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文	1-15	A	CN 105336559 A (北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司) 2016年 2月 17日 (2016 - 02 - 17) 全文	1-15	A	CN 1875453 A (牛津仪器血浆技术有限公司) 2006年 12月 6日 (2006 - 12 - 06) 全文	1-15	A	CN 103367089 A (中微半导体设备上海有限公司) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文	1-15	A	US 2003042131 A1 (JOHNSON, W. L.) 2003年 3月 6日 (2003 - 03 - 06) 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 102586890 A (北京大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 说明书第[0023]段至第[0030]段, 附图1	1-15																					
A	CN 103021912 A (中微半导体设备上海有限公司) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文	1-15																					
A	CN 105336559 A (北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司) 2016年 2月 17日 (2016 - 02 - 17) 全文	1-15																					
A	CN 1875453 A (牛津仪器血浆技术有限公司) 2006年 12月 6日 (2006 - 12 - 06) 全文	1-15																					
A	CN 103367089 A (中微半导体设备上海有限公司) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文	1-15																					
A	US 2003042131 A1 (JOHNSON, W. L.) 2003年 3月 6日 (2003 - 03 - 06) 全文	1-15																					
☐ 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 2016年 12月 13日		国际检索报告邮寄日期 2016年 12月 29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		授权官员 李惟芬 电话号码 (86-10) 62414008																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/099022

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	102586890	A	2012年 7月 18日	无			
CN	103021912	A	2013年 4月 3日	TW	201426814	A	2014年 7月 1日
				TW	1514440	B	2015年 12月 21日
				CN	103021912	B	2015年 10月 7日
CN	105336559	A	2016年 2月 17日	无			
CN	1875453	A	2006年 12月 6日	WO	2005034163	A3	2005年 11月 17日
				WO	2005034163	A2	2005年 4月 14日
				EP	1668663	B1	2015年 3月 18日
				US	2007158305	A1	2007年 7月 12日
				US	7713377	B2	2010年 5月 11日
				EP	1668663	A2	2006年 6月 14日
				GB	0323001	D0	2003年 11月 5日
CN	103367089	A	2013年 10月 23日	TW	1476810	B	2015年 3月 11日
				TW	201340166	A	2013年 10月 1日
				CN	103367089	B	2016年 4月 6日
US	2003042131	A1	2003年 3月 6日	WO	0163000	A3	2002年 1月 10日
				TW	584905	B	2004年 4月 21日
				AU	4147901	A	2001年 9月 3日
				US	6758948	B2	2004年 7月 6日
				WO	0163000	A2	2001年 8月 30日