(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
2019 年 1 月 31 日 (31.01.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/019700 A1

(51) 国际专利分类号:
H01J 37/32 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/082678

(22) 国际申请日: 2018 年 4 月 11 日 (11.04.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710623176.6 2017年7月27日 (27.07.2017) 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: 陈鹏 (CHEN, Peng); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 徐奎 (XU, Kui); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 丁培军 (DING, Peijun); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 常大磊 (CHANG, Dalei); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 姜鑫先 (JIANG, Xinxian); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 张璐 (ZHANG, Lu); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 刘建生 (LIU, Jiansheng); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 苏振宁 (SU, Zhenning); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 宋巧丽 (SONG, Qiaoli); 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, 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,

(54) **Title:** UPPER ELECTRODE ASSEMBLY, REACTION CHAMBER, AND SEMICONDUCTOR PROCESSING DEVICE

(54) 发明名称: 上电极组件、反应腔室及半导体加工设备

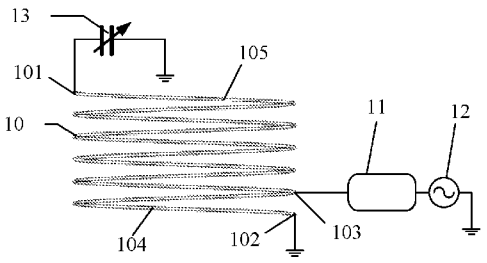

图 3A

(57) **Abstract:** An upper electrode assembly and a reaction chamber. The upper electrode assembly comprises a coil (10). The coil (10) is provided with n power feed points (103), wherein n is an integer greater than or equal to 1. The coil (10) is further provided with n+1 ground end points. The arrangement relationship between the power feed points (103) and the ground end points follows the following rule: for each of the power feed points (103), a ground end point is separately disposed upstream and downstream of the power feed point (103) in the winding direction of the coil (10), the coil between the power feed point (103) and the upstream ground end point thereof forms a first coil section, the coil between the power feed point (103) and the downstream ground end point thereof forms a second coil section, and the first coil section and the second coil section are connected in parallel between the power feed point (103) and the ground. According to the upper electrode assembly and the reaction chamber (21), the potential distribution difference on the coil (10) can be reduced, so as to improve the plasma distribution uniformity, thereby improving the process uniformity.

WO 2019/019700 A1

[见续页]

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))。

(57) 摘要：一种上电极组件及反应腔室。该上电极组件包括线圈（10），所述线圈（10）中设置有n个功率馈入点（103），其中，n为大于等于1的整数；并且所述线圈（10）中设置有n+1个接地端点，所述功率馈入点（103）和所述接地端点的排布关系遵循以下规律：对于每一个所述功率馈入点（103）而言，沿线圈（10）的缠绕方向在所述功率馈入点（103）的上游和下游分别设置有一个接地端点，所述功率馈入点（103）和其上游接地端点之间的线圈构成第一线圈分部，所述功率馈入点（103）和其下游接地端点之间的线圈构成第二线圈分部，所述第一线圈分部和第二线圈分部并联在所述功率馈入点（103）和地之间。上述上电极组件和反应腔室（21），可以减小线圈（10）上存在的电位分布差异，从而可以提高等离子体的分布均匀性，进而可以提高工艺均匀性。

上电极组件、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技术领域，具体地，涉及一种上电极组件、反应腔室及半导体加工设备。

背景技术

在半导体制造工艺中，电感耦合等离子体（ICP，Inductive Coupled Plasma）发生装置可以在较低的工作气压下获得高密度的等离子体，而且结构简单，造价低，因此广泛应用于等离子体刻蚀（IC）、物理气相沉积（PVD）、等离子体化学气相沉积（CVD）、微电子机械系统（MEMS）和发光二极管（LED）等工艺中。

在进行工艺的过程中，为了提高产品的质量，在实施沉积工艺之前，首先要对晶片进行预清洗（Preclean），以去除晶片表面的氧化物等杂质。一般的预清洗腔室的基本原理是：将通入清洗腔室内的诸如氩气、氦气或氢气等的清洗气体激发形成等离子体，对晶片进行化学反应和物理轰击，从而可以去除晶片表面的杂质。

图 1 为现有的一种预清洗腔室的剖视图。请参阅图 1，预清洗腔室包括腔体 1，在该腔体 1 的顶部设置有介质筒 2，且在该介质筒 2 的周围环绕设置有射频线圈 3，该射频线圈 3 通过上匹配器 4 与上射频电源 5 电连接，上射频电源 5 用于向射频线圈 3 加载射频功率，由射频线圈 3 产生的电磁场能够通过介质筒 2 馈入至腔体 1 中，以激发腔体 1 中的工艺气体形成等离子体。并且，在腔体 1 中还设置有基座 6，用于承载晶片 7。并且，基座 6 通过下匹配器 8 和下射频电源 9 电连接，下射频电源 9 用于向基座 6 加载射频负偏压，以吸引等离子体刻蚀衬底表面。

如图 2 所示，上述射频线圈 3 的输入端用作功率馈入点与上匹配器 4

电连接，上述射频线圈 3 的输出端接地。这会存在以下问题：由于高频的驻波效应，射频线圈 3 的每一匝的电位分布存在较大的差异，而且射频线圈 3 的不同匝之间的电位也存在较大的差异，这种差异会造成由射频线圈 3 产生的电磁场在反应腔室内分布不均匀，从而造成等离子体的分布均匀性较低，进而影响工艺均匀性。

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，提出了一种上电极组件及反应腔室，其可以减小线圈上存在的电位分布差异，从而可以提高等离子体的分布均匀性，进而可以提高工艺均匀性。

为实现本发明的目的而提供一种上电极组件，包括线圈，所述线圈中设置有 n 个功率馈入点，其中，n 为大于等于 1 的整数；并且所述线圈中设置有 n+1 个接地端点，所述功率馈入点和所述接地端点的排布关系遵循以下规律：对于每一个所述功率馈入点而言，沿线圈的缠绕方向在所述功率馈入点的上游和下游分别设置有一个接地端点，所述功率馈入点和其上游接地端点之间的线圈构成第一线圈分部，所述功率馈入点和其下游接地端点之间的线圈构成第二线圈分部，所述第一线圈分部和第二线圈分部并联在所述功率馈入点和地之间。

其中，所述线圈为多匝柱状螺旋立体线圈。

其中，对于每一个所述功率馈入点来说，所述第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围在 0.5/5.5~2.5/5.5 之间；进一步，所述第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围在 0.7/5.5~1.5/5.5 之间；更进一步地，所述第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围在 0.9/5.5~1.1/5.5 之间。例如，所述第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值为 2.5/5.5、2.0/5.5、

1.8/5.5、1.5/5.5、1.4/5.5、1.3/5.5、1.2/5.5、1.1/5.5、1.05/5.5、1.02/5.5、1/5.5、0.97/5.5、0.95/5.5、0.9/5.5、0.8/5.5、0.7/5.5、0.6/5.5 或者 0.5/5.5。

其中，所述线圈为单匝线圈。

其中，对于每一个所述功率馈入点而言，其上游接地端点和下游接地端点中的至少一个通过阻抗配置装置接地，通过设定不同的所述阻抗配置装置的阻抗大小，来使两个所述第一线圈分部和第二线圈分部的电流方向相同或相反。

其中，所述阻抗匹配装置包括可调电容，所述可调电容的容值范围为0~2000pF。

其中，所述上电极组件还包括匹配器和功率源，所述功率源经由所述匹配器而与所述功率馈入点电连接；并且，所述阻抗配置装置和所述匹配器集成于同一个壳体中或者分别设置在不同的壳体中。

其中，所述上电极组件还包括介质筒，所述线圈环绕所述介质筒而设置在所述介质筒的外围。

作为另一个方面，本发明还提供一种反应腔室，其包括前述任意一方案所述的上电极组件，所述上电极组件还包括介质筒，所述线圈环绕所述介质筒而设置在所述介质筒的外围；所述反应腔室还包括法拉第屏蔽件，所述法拉第屏蔽件环绕设置在所述介质筒的内侧，并且所述法拉第屏蔽件包括导电环体，在所述导电环体上形成有开缝；所述开缝包括第一子开缝，所述第一子开缝沿所述导电环体的圆周方向设置，且与所述导电环体的轴线之间形成夹角，用以通过增加电磁场在所述导电环体的圆周方向上的电场分量的耦合效率，来增加该电磁场的总耦合效率。

其中，所述法拉第屏蔽件的上端面高于所述介质筒的上端面；所述法拉第屏蔽件的下端面低于所述介质筒的下端面。

其中，所述反应腔室为预清洗腔室。

作为再一个方面，本发明还提供一种半导体加工设备，其包括前述任意

一方案所述的反应腔室。

本发明具有以下有益效果:

本发明提供的上电极组件，其将功率馈入点设置在线圈的除端点之外的位置处，且该线圈的端点接地，以将线圈自该功率馈入点形成相互并联的多个线圈分部，使得线圈的整体阻抗降低，相应地，线圈的整体电压也降低，从而可以减小线圈上的电位分布差异，提高等离子体的分布均匀性，进而提高工艺均匀性。进一步地，在上电极组件包括介质筒的情况下，由于线圈的整体电压被降低，因而可以减少等离子体中的离子对介质筒的轰击，从而减少了反应腔室内的颗粒污染。

本发明提供的反应腔室及半导体加工设备，其通过采用本发明提供的上述上电极组件，可以提高等离子体的分布均匀性，从而可以提高工艺均匀性。

附图说明

图 1 为现有的一种预清洗腔室的剖视图;

图 2 为射频线圈的功率馈入点的位置示意图;

图 3A 为本发明实施例提供的上电极组件的一种结构图;

图 3B 为本发明实施例提供的上电极组件的另一种结构图;

图 4A 为采用现有技术中的线圈进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布图;

图 4B 为采用本发明实施例中的一种线圈进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布图;

图 4C 为采用本发明实施例中的另一种线圈进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布图;

图 4D 为采用本发明实施例中的又一种线圈进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布图;

图 4E 为采用本发明实施例中的再一种线圈进行刻蚀工艺获得的晶片刻

蚀深度分布图;

图 5 为本发明实施例提供的具有两个功率馈入点的上电极组件的结构图;

图 6 为本发明实施例提供的反应腔室的剖视图;

图 7 为本发明实施例采用的法拉第屏蔽件的结构图。

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上电极组件、反应腔室及半导体加工设备进行详细描述。

请参阅图 3A,本实施例提供的上电极组件包括线圈 10,在该线圈 10 上设置有功率馈入点 103,其位于线圈 10 的除端点(第一端 101 和第二端 102)之外的位置处。并且,线圈 10 的端点接地,由此,上述线圈 10 自功率馈入点 103 形成相互并联的多个线圈分部。射频电源 12 通过匹配器 11 与上述功率馈入点 103 电连接,用于通过该功率馈入点 103 向线圈 10 加载射频功率。

如图 3B 所示,在本实施例中,上电极组件还包括介质筒 22,线圈 10 上的射频能量通过该介质筒 22 馈入反应腔室中。该介质筒 22 呈环状结构,且线圈 10 为多匝柱状螺旋立体线圈,并环绕在该介质筒 22 周围。在本实施例中,功率馈入点 103 为一个,且位于线圈 10 的除第一端 101 与第二端 102 之外的某一指定位置处,以使该线圈 10 自该功率馈入点 103 形成两个线圈分部,具体为(参照图 3A):第一线圈分部 104 和第二线圈分部 105。其中,第一线圈分部 104 位于功率馈入点 103 的上方;第二线圈分部 105 位于功率馈入点 103 的下方。

通过将线圈 10 分成相互并联的两个线圈分部,使得线圈 10 的整体阻抗降低,相应地,线圈 10 的整体电压也降低,从而可以减小线圈上的电位分

布差异，例如，可以减小每个线圈分部中的每匝上的电位分布差异以及不同匝之间的电位差异，从而可以提高由线圈 10 产生的电磁场在反应腔室内的分布均匀性，进而可以提高等离子体的分布均匀性，提高工艺均匀性。进一步地，在上电极组件包括介质筒 22 的情况下，由于线圈 10 的整体电压被降低，因而可以减少等离子体中的离子对介质筒 22 的轰击，从而减少反应腔室内的颗粒污染。

在实际应用中，可以通过改变功率馈入点 103 在线圈 10 上的位置，来调节由线圈 10 产生的电磁场在反应腔室内的分布情况。可以通过设定第二线圈分部 105 的不同长度，来改变功率馈入点 103 在线圈 10 上的位置，优选的，线圈 10 的总匝数为 5.5，而第二线圈分部 105 的长度（单位为匝）与线圈 10 的总长度（单位为匝）的比值的取值范围在 0.9/5.5~1.1/5.5 之间。采用上述范围内的比值，可以获得较好的电磁场分布均匀性。

下面为采用现有技术中的线圈和本发明实施例中的线圈进行刻蚀工艺，以及采用本发明实施例中的不同功率馈入点的位置的线圈进行刻蚀工艺的对比试验。在该对比试验中，线圈 10 的总匝数为 5.5。

采用现有技术中的线圈进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布如图 4A 所示，在晶片表面上，刻蚀深度等高线呈梯度式偏心分布，从而刻蚀均匀性较低，一般为 3%左右，没有达到工艺要求（2%）。另外，刻蚀深度等高线呈梯度式偏心分布可能会引起晶片表面损伤的问题。

采用本发明实施例中的线圈 10，且使第二线圈分部 105 的长度与线圈 10 的总长度的比值为 1.15/5.5，采用该功率馈入点 103 位置的线圈 10 进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布如图 4B 所示，刻蚀深度等高线仍然呈梯度式偏心分布，刻蚀均匀性较低，而且可能会引起晶片表面损伤的问题。

采用本发明实施例中的线圈 10，且使第二线圈分部 105 的长度与线圈 10 的总长度的比值为 1.1/5.5 或 1.05/5.5，采用这两种该功率馈入点 103 位置的线圈 10 进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布如图 4C 和图 4D 所示，刻

蚀深度等高线趋于同心分布，刻蚀均匀性有所提高（可达到2%），从而可以满足工艺要求，而且可以避免晶片表面损伤。

采用本发明实施例中的线圈10，且使第二线圈分部105的长度与线圈10的总长度的比值为1/5.5，采用这该功率馈入点103位置的线圈10进行刻蚀工艺获得的晶片刻蚀深度分布如图4E所示，刻蚀深度等高线的同心分布情况优于图4C和图4D所示。

另外，在本实施例中，如图3A所示，线圈10的第一端101通过阻抗配置装置13接地，而第二端102直接接地。通过设定阻抗配置装置13的阻抗大小，来使第一线圈分部104和第二线圈分部105的电流方向相同或相反。具体来说，第一线圈分部104的下端接地，上端为功率馈入点103，由此第一线圈分部104中的电流自功率馈入点103向接地的下端流动。若使阻抗配置装置13的阻抗足够大，则第二线圈分部105中的电流自第二线圈分部105的连接阻抗配置装置13的上端（即第一端101）朝向功率馈入点103流动，由此，第一线圈分部104和第二线圈分部105的电流方向相同。反之，若使阻抗配置装置13的阻抗足够小，则第二线圈分部105中的电流自功率馈入点103朝向第二线圈分部105的与阻抗配置装置13连接的上端流动，由此，第一线圈分部104和第二线圈分部105的电流方向相反。因此，通过设定阻抗配置装置13的阻抗大小，例如，使之足够大或者足够小，能够改变第二线圈分部105中的电流方向。

若第一线圈分部104和第二线圈分部105的电流方向相反，则分别由第一线圈分部104和第二线圈分部105产生的两个电磁场相互抵消，这会对在二者之间存在的磁场强度差异进行补偿，从而进一步提高了由上述两个电磁场形成的叠加磁场的分布均匀性。但是，上述两个电磁场的相互抵消会减小叠加磁场的磁场强度，从而减小了等离子体密度，因此，该方式适用于对等离子体密度要求不高的工艺。而对于对等离子体密度要求较高的工艺，则可以使第一线圈分部104和第二线圈分部105的电流方向相同，以提高等离子

体密度。

上述阻抗配置装置 13 可以包括可调电容。在进行工艺之前，可以根据具体需要设置可调电容的大小，以获得所需的阻抗值，从而提高了阻抗调节的灵活性。上述可调电容的可调范围在 0~2000pF，例如，0pF，20pF，50pF，100pF，200pF，300pF，500pF，800pF，900pF，1000pF，1200pF，1500pF，2000pF 等。

另外，上述阻抗配置装置 13 在起到决定电流方向的基础上，还可以通过选择合适的阻抗大小，来使匹配器 11 更容易实现阻抗匹配。例如，当线圈 10 的总匝数为 5.5，第二线圈分部 105 的长度与线圈 10 的总长度的比值为 1.1/5.5、1.05/5.5 或者 1/5.5 时，上述可调电容的电容值可以在 200~500pF 的范围内设定，200pF，250pF，300pF， 350pF，400pF，450pF，500pF 等，优选为 350pF。

在实际应用中，上述阻抗配置装置 13 和匹配器 111 可以集成于同一个壳体，也可以分别设置在不同的壳体中。可以理解，二者集成在同一个壳体中，可以减小设备的占用空间。

需要说明的是，在本实施例中，线圈 10 的第一端 101 通过阻抗配置装置 13 接地，而第二端 102 直接接地，但是本发明并不局限于此，在实际应用中，也可以使线圈 10 的第一端 101 直接接地，而第二端 102 通过阻抗配置装置 13 接地；或者，也可以分别为线圈 10 的第一端 101 和第二端 102 配置阻抗配置装置 13，且使阻抗配置装置 13 接地；或者，还可以使线圈 10 的第一端 101 和第二端 102 均直接接地。

还需要说明的是，在本实施例中，线圈 10 为多匝柱状螺旋立体线圈，即，该线圈 10 以螺旋线方式沿轴线方向延伸形成轮廓为柱体的立体结构，但是，本发明并不局限于此，在实际应用中，线圈 10 也可以为单匝线圈。无论是单匝线圈还是多匝线圈，构成该线圈的导线沿垂直于该导线的轴向的方向进行剖切所得到的截面的形状不受限制，例如，为梯形、矩形、正方形、

圆形、椭圆形等。

进一步需要说明的是，在本实施例中，功率馈入点的数量为一个，但是本发明并不局限于此，在实际应用中，功率馈入点的数量还可以为多个，且不同的功率馈入点位于线圈的除端点之外的不同位置，并且在相邻的两个功率馈入点之间设置有接地端点，即，在该线圈上，对应于每一个功率馈入点，在其上游端和下游端均设置有接地端点，使得对于每一个功率馈入点均设置有并联在该功率馈入点和地之间的两个线圈分部，这样，在该线圈中，线圈分部的数量为功率馈入点数量的两倍。例如，功率馈入点 103 为 n 个，线圈分部的数量为 2n 个，接地端点的数量为 n+1 个，其中，n 为大于等于 1 的整数。功率馈入点和接地端点的排布关系遵循以下规律：对于每一个功率馈入点而言，沿线圈的缠绕方向在该功率馈入点的上游和下游分别设置有一个接地端点，该功率馈入点和其上游接地端点之间的线圈构成对应于该功率馈入点的第一线圈分部，该功率馈入点和其下游接地端点之间的线圈构成对应于该功率馈入点的第二线圈分部，该第一线圈分部和第二线圈分部并联在该功率馈入点和地之间。

例如图 5 就示出了具有两个功率馈入点的一种上电极组件的结构图。如图 5 所示，本实施例提供的上电极组件包括线圈 10，在该线圈 10 上设置有第一功率馈入点 1031 和第二功率馈入点 1032，其位于线圈 10 的除上端点 101 和下端点 1022 之外的位置处，且上端点 101 定义为第一端点，下端点 1022 定义为第二端点，线圈 10 的缠绕方向为自上向下。其中，第一射频电源 121 通过第一匹配器 111 与第一功率馈入点 1031 电连接，第二射频电源 122 通过第二匹配器 112 与第二功率馈入点 1032 电连接，用于通过第一功率馈入点 1031 和第二功率馈入点 1032 向线圈 10 加载射频功率。对应于第一功率馈入点 1031，沿该线圈 10 的缠绕方向在第一功率馈入点 1031 的上游和下游分别设置有接地端点 101 和 1021，该功率馈入点 1031 和其上游接地端点 101 之间的那一段线圈构成第一线圈分部，该功率馈入点 1031

和其下游接地端点 1021 之间的那一段线圈构成第二线圈分部，该第一线圈分部和第二线圈分部并联在该功率馈入点 1031 和地之间。对应于第二功率馈入点 1032，沿该线圈 10 的缠绕方向在第二功率馈入点 1032 的上游和下游分别设置有接地端点 1021 和 1022，该功率馈入点 1032 和其上游接地端点 1021 之间的那一段线圈构成第一线圈分部，该功率馈入点 1032 和其下游接地端点 1022 之间的那一段线圈构成第二线圈分部，该第一线圈分部和第二线圈分部并联在该功率馈入点 1032 和地之间。

在图 5 所示的上电极组件中，每一个功率馈入点及其所对应的两个接地端点、第一线圈分部和第二线圈分部以及相应的阻抗配置装置构成一个上电极单元组件，每一个上电极单元组件均类同于前面结合图 3A 和图 3B 所描述的实施例中的上电极组件，各上电极单元组件的结构、配置、参数选择及由此带来的相应效果均类似于前述图 3A 至图 4E 所示实施例，例如，每一个功率馈入点所对应的第一线圈分部和第二线圈分部的匝数关系所产生的效果类似于前述图 3A 至图 4E 所示实施例，即，对于每一个功率馈入点来说，第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围优选在 0.5/5.5~2.5/5.5 之间。进一步优选地，第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围可在 0.7/5.5~1.5/5.5 之间。进一步优选地，第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围可在 0.9/5.5~1.1/5.5 之间。例如，可以将第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值设定为 2.5/5.5、2.0/5.5、1.8/5.5、1.5/5.5、1.4/5.5、1.3/5.5、1.2/5.5、1.1/5.5、1.05/5.5、1.02/5.5、1/5.5、0.97/5.5、0.95/5.5、0.9/5.5、0.8/5.5、0.7/5.5、0.6/5.5 或者 0.5/5.5，以获得较好的电磁场分布均匀性。

可以理解的是，当功率馈入点的数量为两个以上时，相邻两个功率馈入点之间设置有一个接地端点，即，这两个功率馈入点共享一个接地端点。事实上，在两个功率馈入点之间可以设置多个接地端子，由于这些接地端子等

电位，因此将这些接地端子视为一个接地端点。对于线圈端点附近的接地端点，也做上述理解，在此不再赘述。

进一步可以理解的是，线圈被分割为 2 倍于功率馈入点数量的线圈分部，这样，线圈的整体电压降低，从而可以减小线圈上的电位分布差异，并且更加细化地调节该线圈产生的电磁场在反应腔室内的分布均匀性，从而可以进一步提高等离子体的分布均匀性。另外，对于多个功率馈入点，每个功率馈入点需要配备一套匹配器和射频电源。

此外，还需要说明的是，尽管前述实施例中以包含有介质筒的上电极组件对本发明进行了详细说明，但是本发明并不局限于此。在实际应用中，在不影响工艺质量的情况下，也可以不设置用来将线圈上的射频能量馈入反应腔室中的介质筒，而是将线圈直接设置在反应腔室内，例如，在线圈为消耗型线圈（线圈本身即为溅射靶材，或者线圈的材质与溅射靶材一致）的情况下。

作为另一个技术方案，如图 6 所示，本发明还提供一种反应腔室 21，其包括本发明上述实施例提供的上电极组件。该上电极组件包括介质筒 22 和环绕在该介质筒 22 周围的线圈 10，其中，介质筒 22 设置在反应腔室 21 的侧壁 211 中；射频电源 12 通过匹配器 11 与线圈 10 上的上述功率馈入点 103 电连接，用于通过该功率馈入点 103 向线圈 10 加载射频功率。射频能量通过介质筒 22 馈入反应腔室 21 中。并且，在反应腔室 21 中还设置有基座 24，该基座 24 通过基座匹配器 25 与基座射频电源 26 电连接，基座射频电源 26 用于向基座 24 加载负偏压，以吸引等离子体刻蚀晶片表面。

在本实施例中，反应腔室 21 还包括法拉第屏蔽件 23，该法拉第屏蔽件 23 环绕设置在介质筒 22 的内侧，用于保护介质筒 22 不被等离子体刻蚀，同时避免自晶片表面溅射出来的残留物附着在介质筒 22 的内壁上，从而可以提高介质筒 22 的能量耦合效率，减少反应腔室 21 内的颗粒污染。并且，法拉第屏蔽件 23 包括导电环体，在该导电环体上形成有开缝，以避免法拉

第屏蔽件 23 产生涡流损耗和发热。

借助上述法拉第屏蔽件 23 的电磁屏蔽效应，可以进一步减小线圈 10 中存在的电位差异，而且可以对电磁场的分布产生二次分布影响，从而可以进一步提高等离子体的分布均匀性，提高工艺均匀性。另外，借助法拉第屏蔽件 23 的物理阻挡作用，可以有效防止金属沉积在介质筒 22 的内壁上，从而可以避免磁场耦合效率降低。

在本实施例中，如图 7 所示，上述开缝包括第一子开缝 232 和第二子开缝 231，其中，第一子开缝 232 沿上述导电环体的圆周方向设置，且与该导电环体的轴线之间形成夹角，用以通过增加电磁场在导电环体的圆周方向上的电场分量的耦合效率，来增加该电磁场的总耦合效率。该第一子开缝 232 与该导电环体的轴线之间所形成的夹角为 90° 。上述第一子开缝 232 为多个，且沿上述导电环体的圆周方向均匀分布。第二子开缝 231 沿导电环体的轴向设置，且该第二子开缝 231 为多个，且沿上述导电环体的圆周方向均匀分布。

由线圈 10 产生的电磁场可以划分为导电环体的轴向上的磁场分量和导电环体的圆周方向上的电场分量。导电环体的轴向上的磁场分量能够通过上述第二子开缝 231 馈入反应腔室 21 内，同时，导电环体的圆周方向上的电场分量通过上述第一子开缝 232 馈入反应腔室 21 内，从而增加了电磁场的总耦合效率。

需要说明的是，在实际应用中，也可以仅设置上述第一子开缝 232，且该第一子开缝 232 相对于导电环体的轴线倾斜，优选的，第一子开缝 232 与导电环体的轴线之间形成夹角优选为 45° 。这样，导电环体的轴向上的磁场分量在该第一子开缝 232 的倾斜方向上的子分量能够通过第一子开缝 232 馈入反应腔室 21 内，同时导电环体的圆周方向上的电场分量在该第一子开缝 232 的倾斜方向上的子分量能够通过第一子开缝 232 馈入反应腔室 21 内。

在实际应用中，上述法拉第屏蔽件 23 可以接地，或者也可以电位悬浮。

并且，法拉第屏蔽件 23 可以为单层的筒状结构；也可以为两个直径不同的筒状结构嵌套在一起而形成的 2 层或更多层的筒状结构。

优选的，法拉第屏蔽件 23 的上端面高于介质筒 22 的上端面；法拉第屏蔽件 23 的下端面低于介质筒 22 的下端面，以保证法拉第屏蔽件 23 完全覆盖介质筒 22 的内表面。另外，可以在法拉第屏蔽件 23 的内表面做熔射等的粗化处理，以防止附着在法拉第屏蔽件 23 的内表面上的颗粒脱落，污染晶片表面。

在实际应用中，反应腔室可以为预清洗腔室。

优选的，对于含氢的预清洗工艺，预清洗腔室中的上射频电源 28 可以采用较低的频率（13.56MHz 以下），例如 2MHz，这可以使氢原子的激发和离化程度减缓，从而减少氢原子与晶片表面反应释放出的热量，从而可以实现低温预清洗工艺。

综上所述，本发明实施例提供的反应腔室，其通过采用本发明上述实施例提供的上电极组件，可以提高等离子体的分布均匀性，从而可以提高工艺均匀性。

作为再一个技术方案，本发明还提供一种半导体加工设备，其包括前述实施例所述的反应腔室。本发明提供的半导体加工设备通过采用本发明提供的上述反应腔室，可以提高等离子体的分布均匀性，从而可以提高工艺均匀性。

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. 一种上电极组件，包括线圈，其特征在于，所述线圈中设置有 n 个功率馈入点，其中，n 为大于等于 1 的整数；并且所述线圈中设置有 n+1 个接地端点，所述功率馈入点和所述接地端点的排布关系遵循以下规律：对于每一个所述功率馈入点而言，沿线圈的缠绕方向在所述功率馈入点的上游和下游分别设置有一个接地端点，所述功率馈入点和其上游接地端点之间的线圈构成第一线圈分部，所述功率馈入点和其下游接地端点之间的线圈构成第二线圈分部，所述第一线圈分部和第二线圈分部并联在所述功率馈入点和地之间。

2. 根据权利要求 1 所述的上电极组件，其特征在于，所述线圈为多匝柱状螺旋立体线圈。

3. 根据权利要求 2 所述的上电极组件，其特征在于，对于每一个所述功率馈入点来说，所述第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围在 0.5/5.5~2.5/5.5 之间。

4. 根据权利要求 3 所述的上电极组件，其特征在于，所述第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围在 0.7/5.5~1.5/5.5 之间。

5. 根据权利要求 4 所述的上电极组件，其特征在于，所述第一线圈分部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值的取值范围在 0.9/5.5~1.1/5.5 之间。

6. 根据权利要求 3 所述的上电极组件，其特征在于，所述第一线圈分

部和第二线圈分部二者其一的长度与二者之和的总长度的比值为 2.5/5.5、2.0/5.5、1.8/5.5、1.5/5.5、1.4/5.5、1.3/5.5、1.2/5.5、1.1/5.5、1.05/5.5、1.02/5.5、1/5.5、0.97/5.5、0.95/5.5、0.9/5.5、0.8/5.5、0.7/5.5、0.6/5.5 或者 0.5/5.5。

7 根据权利要求 1 所述的上电极组件，其特征在于，所述线圈为单匝线圈。

8. 根据权利要求 1 所述的上电极组件，其特征在于，对于每一个所述功率馈入点而言，其上游接地端点和下游接地端点中的至少一个通过阻抗配置装置接地，通过设定不同的所述阻抗配置装置的阻抗大小，来使两个所述第一线圈分部和第二线圈分部的电流方向相同或相反。

9. 根据权利要求 8 所述的上电极组件，其特征在于，所述阻抗匹配装置包括可调电容，所述可调电容的容值范围为 0~2000pF。

10. 根据权利要求 8 所述的上电极组件，其特征在于，所述上电极组件还包括匹配器和功率源，所述功率源经由所述匹配器而与所述功率馈入点电连接；并且，所述阻抗配置装置和所述匹配器集成于同一个壳体中或者分别设置在不同的壳体中。

11. 根据权利要求 1-10 中任意一项所述的上电极组件，其特征在于，所述上电极组件还包括介质筒，所述线圈环绕所述介质筒而设置在所述介质筒的外围。

12. 一种反应腔室，其特征在于，包括权利要求 1-10 任意一项所述的上电极组件，所述上电极组件还包括介质筒，所述线圈环绕所述介质筒而设置在所述介质筒的外围；

所述反应腔室还包括法拉第屏蔽件，所述法拉第屏蔽件环绕设置在所述介质筒的内侧，并且所述法拉第屏蔽件包括导电环体，在所述导电环体上形成有开缝；

所述开缝包括第一子开缝，所述第一子开缝沿所述导电环体的圆周方向设置，且与所述导电环体的轴线之间形成夹角，用以通过增加电磁场在所述导电环体的圆周方向上的电场分量的耦合效率，来增加该电磁场的总耦合效率。

13. 根据权利要求 12 所述的反应腔室，其特征在于，所述法拉第屏蔽件的上端面高于所述介质筒的上端面；所述法拉第屏蔽件的下端面低于所述介质筒的下端面。

14. 根据权利要求 12 所述的反应腔室，其特征在于，所述反应腔室为预清洗腔室。

15. 一种半导体加工设备，其特征在于，包括权利要求 10-14 任意一项所述的反应腔室。

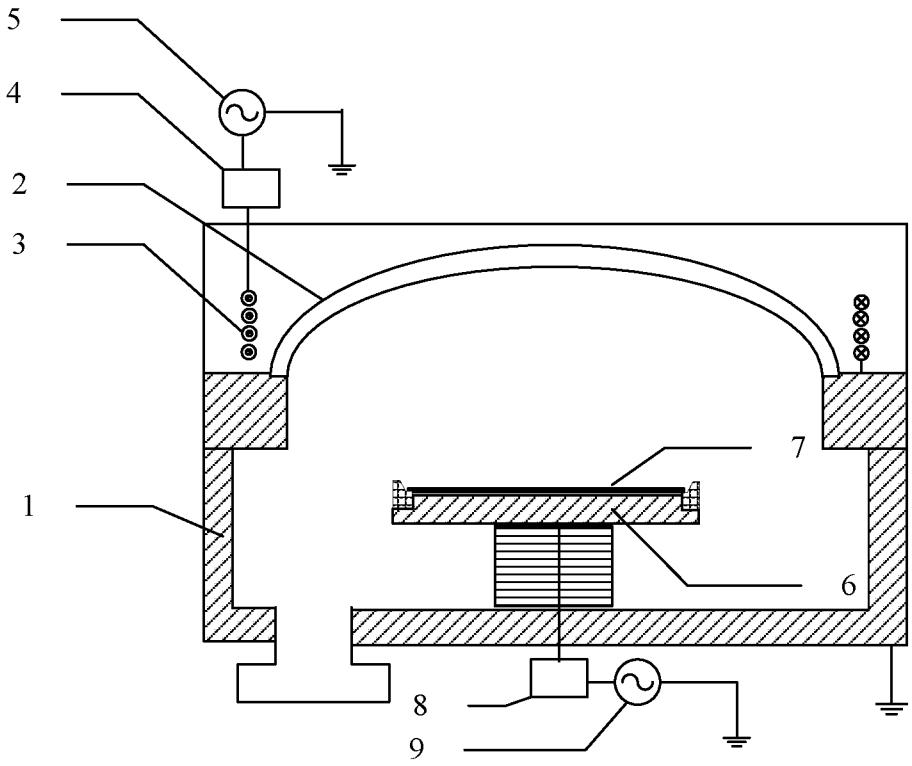

图 1

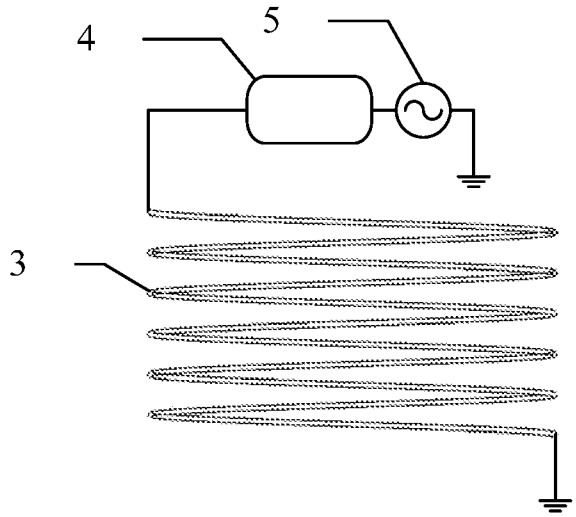

图 2

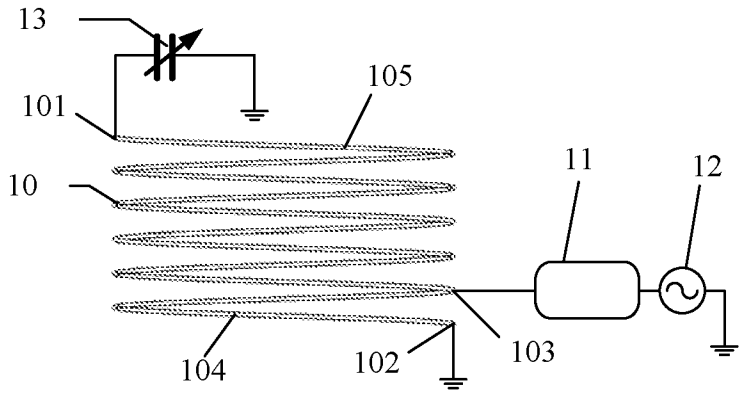

图 3A

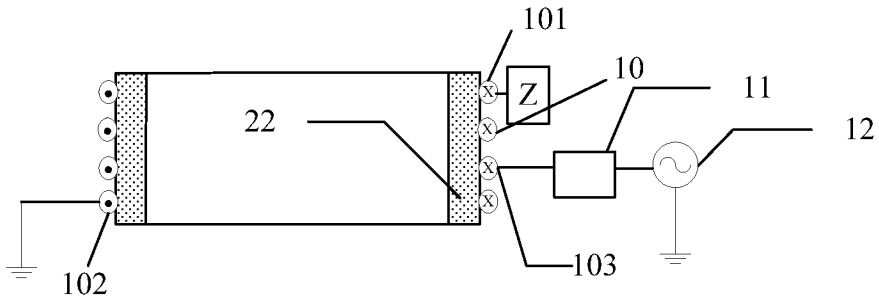

图 3B

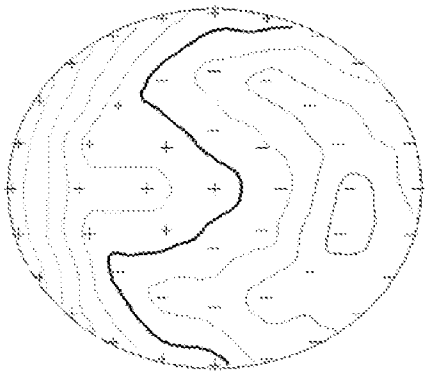

图 4A



图 4B

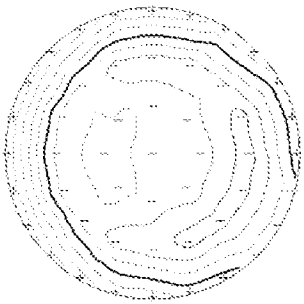

图 4C

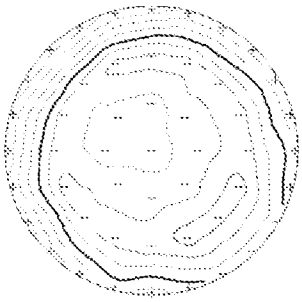

图 4D

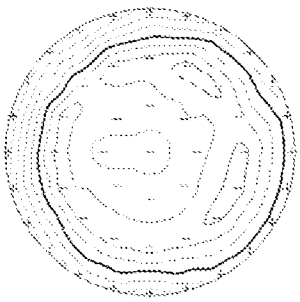

图 4E

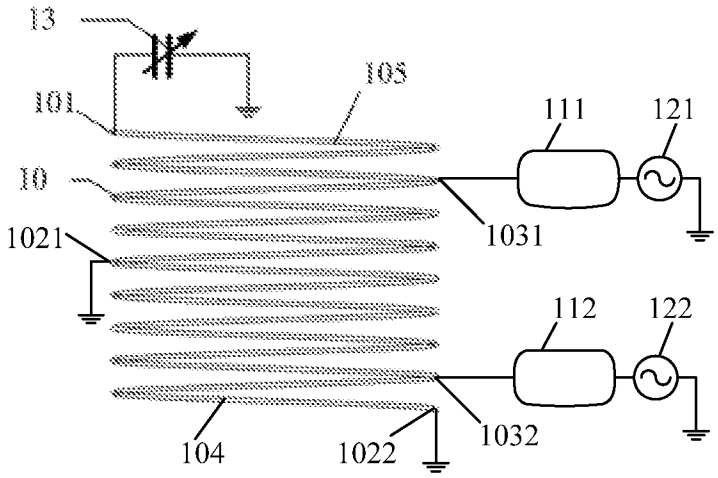
13
101
105
111
121
10
1031
1021
112
122
1032
104
1022

图 5

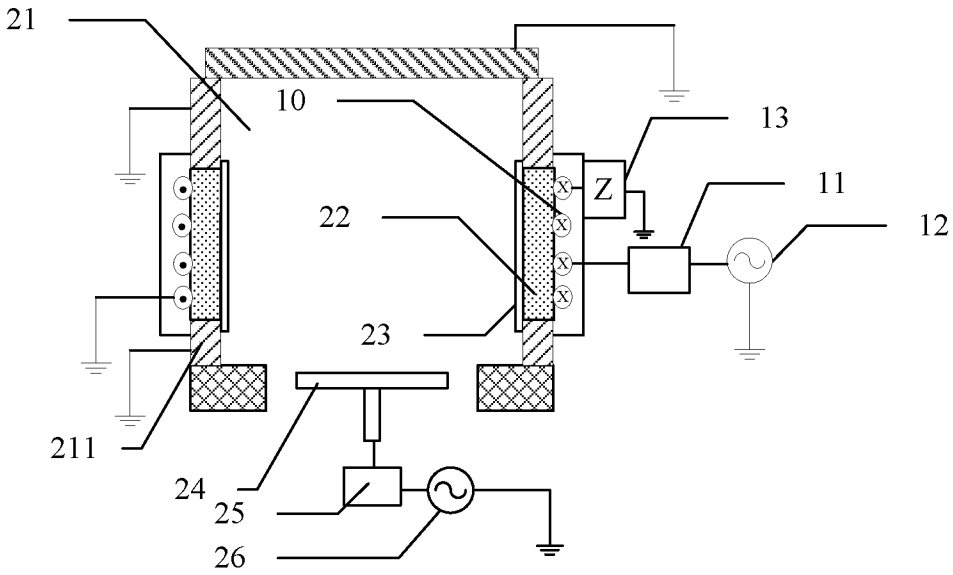
21
10
13
Z
11
12
22
23
211
24
25
26

图 6

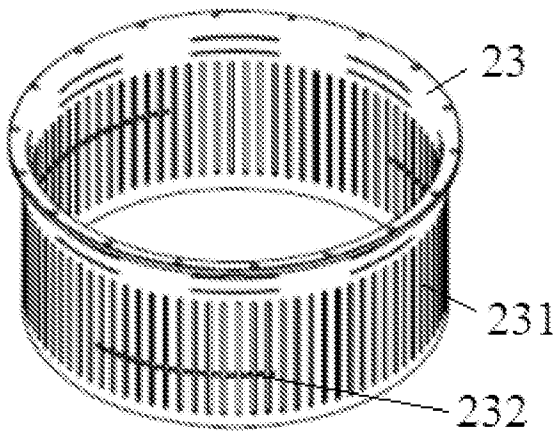
23
231
232

图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/082678

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

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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 功率, 馈入点, 馈送, 馈电, 接地, 并联, 线圈, 等离子, coil, feed, fed, power, frequency, portion, part, parallel, plasma

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107256822 A (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.), 17 October 2017 (17.10.2017), claims 1-12, and description, paragraphs [0006]-[0065], and figures 1-6	1-15
X	US 6020686 A (APPLIED MATERIALS INC.), 01 February 2000 (01.02.2000), description, column 3, line 50 to column 6, line 2, and figure 5	1-7, 11
Y	US 6020686 A (APPLIED MATERIALS INC.), 01 February 2000 (01.02.2000), description, column 3, line 50 to column 6, line 2, and figure 5	8-10, 12-15
Y	CN 101582322 A (BEIJING NMC CO., LTD.), 18 November 2009 (18.11.2009), description, page 8, line 10 to page 10, line 9, and figures 3-4	8-10
Y	CN 103014745 A (BEIJING NMC CO., LTD.), 03 April 2013 (03.04.2013), description, paragraphs [0004]-[0005], and figure 2	12-15
X	US 5540824 A (APPLIED MATERIALS INC.), 30 July 1996 (30.07.1996), description, column 3, line 45 to column 5, line 45, and figures 2-3	1-7, 11
A	US 2004182319 A1 (KIM, H.Y. et al.), 23 September 2004 (23.09.2004), 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	Date of mailing of the international search report
19 June 2018	02 July 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 LUO, Huijing Telephone No. 86-(10)-53961204

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/082678

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 107256822 A	17 October 2017	None	
US 6020686 A	01 February 2000	JP H0974089 A	18 March 1997
		TW 302592 B	11 April 1997
		EP 0742577 A3	13 January 1999
		EP 0742577 A2	13 November 1996
		KR 100427852 B1	01 September 2004
		US 5710486 A	20 January 1998
		JP 3814012 B2	23 August 2006
CN 101582322 A	18 November 2009	CN 101582322 B	06 June 2012
CN 103014745 A	03 April 2013	CN 103014745 B	08 July 2015
US 5540824 A	30 July 1996	DE 69524683 T2	08 August 2002
		AT 211304 T	15 January 2002
		JP H08213196 A	20 August 1996
		JP 3929514 B2	13 June 2007
		EP 0694949 A2	31 January 1996
		EP 0694949 A3	16 December 1998
		EP 0694949 B1	19 December 2001
US 2004182319 A1	23 September 2004	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/082678

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

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）)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 功率，馈入点，馈送，馈电，接地，并联，线圈，等离子，coil， feed, fed, power, frequency, portion, part, parallel, plasma

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
PX	CN 107256822 A (北京北方华创微电子装备有限公司) 2017年 10月 17日 (2017-10-17) 权利要求1-12，说明书第[0006]-[0065]段，附图1-6	1-15
X	US 6020686 A (APPLIED MATERIALS INC.) 2000年 2月 1日 (2000-02-01) 说明书第3栏第50行至第6栏第2行，附图5	1-7,11
Y	US 6020686 A (APPLIED MATERIALS INC.) 2000年 2月 1日 (2000-02-01) 说明书第3栏第50行至第6栏第2行，附图5	8-10,12-15
Y	CN 101582322 A (北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司) 2009年 11月 18日 (2009-11-18) 说明书第8页第10行至第10页第9行，附图3-4	8-10
Y	CN 103014745 A (北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司) 2013年 4月 3日 (2013-04-03) 说明书第[0004]-[0005]段，附图2	12-15
X	US 5540824 A (APPLIED MATERIALS INC.) 1996年 7月 30日 (1996-07-30) 说明书第3栏第45行至第5栏第45行，附图2-3	1-7,11
A	US 2004182319 A1 (KIM, HARQKYUN 等) 2004年 9月 23日 (2004-09-23) 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 6月 19日	2018年 7月 2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 罗慧晶 电话号码 86-(10)-53961204

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/082678

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	107256822	A	2017年 10月 17日	无			
US	6020686	A	2000年 2月 1日	JP	H0974089	A	1997年 3月 18日
				TW	302592	B	1997年 4月 11日
				EP	0742577	A3	1999年 1月 13日
				EP	0742577	A2	1996年 11月 13日
				KR	100427852	B1	2004年 9月 1日
				US	5710486	A	1998年 1月 20日
				JP	3814012	B2	2006年 8月 23日
CN	101582322	A	2009年 11月 18日	CN	101582322	B	2012年 6月 6日
CN	103014745	A	2013年 4月 3日	CN	103014745	B	2015年 7月 8日
US	5540824	A	1996年 7月 30日	DE	69524683	T2	2002年 8月 8日
				AT	211304	T	2002年 1月 15日
				JP	H08213196	A	1996年 8月 20日
				JP	3929514	B2	2007年 6月 13日
				EP	0694949	A2	1996年 1月 31日
				EP	0694949	A3	1998年 12月 16日
				EP	0694949	B1	2001年 12月 19日
US	2004182319	A1	2004年 9月 23日	无			