

(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 9 月 8 日 (08.09.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/148208 A1

- (51) 国际专利分类号:
H05H 1/46 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/112597
- (22) 国际申请日: 2016 年 12 月 28 日 (28.12.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610121051.9 2016 年 3 月 3 日 (03.03.2016) 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: 昌锡江 (CHANG, Xijiang); 中国北京市北京
经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176
(CN)。 区琼荣 (QU, Qiongrong); 中国北京市北京
经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176
(CN)。 韦刚 (WEI, Gang); 中国北京市北京经济技
术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。 黄亚
辉 (HUANG, Yahui); 中国北京市北京经济技术开
发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。 柏锦枝
(BAI, Jinzhi); 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 AT-
TORNEYS); 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, 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)。

[见续页]

(54) Title: SURFACE WAVE PLASMON APPARATUS

(54) 发明名称: 表面波等离子体设备

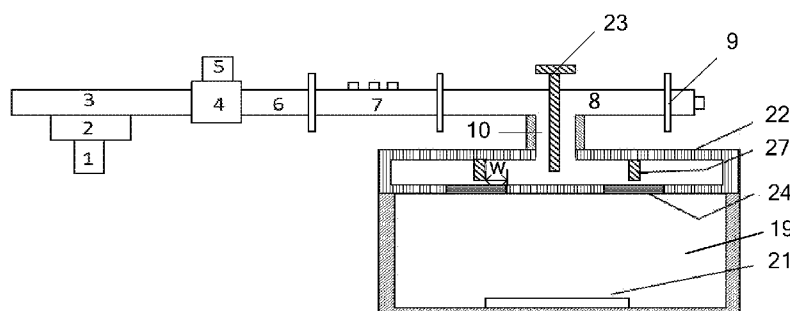


图 2

(57) Abstract: A surface wave plasmon apparatus, comprising a microwave generation device, a microwave transmission matching structure, and a vacuum cavity (19) sequentially connected. The microwave transmission matching structure comprises a rectangular waveguide (8) used to transmit microwaves generated by the microwave generation device. The apparatus further comprises a resonance cavity (22) provided between the rectangular waveguide (8) and the vacuum cavity (19), and being in closed communication with the rectangular waveguide (8) and sealingly connected to the vacuum cavity (19). The resonance cavity (22) is provided with multiple dielectric windows on a bottom wall thereof, and the orthographic projections of the multiple dielectric windows on the plane of a bottom surface of the vacuum cavity (19) fall within a range defined by the orthographic projection of an inner wall of the vacuum cavity (19) on said plane, such that the energy of microwaves can be separately coupled into the vacuum cavity (19). The surface wave plasmon apparatus enables acquisition of uniform plasmons from a large area of the vacuum cavity (19), thus meeting manufacturing requirements of large-sized chips.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/148208 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种表面波等离子体设备，包括依次连接的微波发生装置、微波传输匹配结构和真空腔室（19），其中，所述微波传输匹配结构包括矩形波导（8），用于传输所述微波发生装置产生的微波，所述设备还包括谐振腔（22），其设置在所述矩形波导（8）和真空腔室（19）之间，并与所述矩形波导（8）密闭连通以及与所述真空腔室（19）密封连接，且所述谐振腔（22）的底壁设置有多个介质窗，所述多个介质窗在所述真空腔室（19）的底面所在平面中的正投影落入所述真空腔室（19）的内壁在该平面的正投影所限定的范围内，以分别将微波能量耦合进入所述真空腔室（19）。所述表面波等离子体设备可在真空腔室（19）内获得大面积的均匀的等离子体，从而可满足大尺寸的晶片加工需求。

表面波等离子体设备

技术领域

本发明涉及半导体设备制造技术领域，具体涉及一种表面波等离子体设备。

背景技术

近年来，随着电子技术的高速发展，人们对集成电路的要求趋向于高度集成化和更大面积化，这就要求生产集成电路（IC）的企业需要不断提高半导体晶片的加工能力。等离子体装置在集成电路或 MEMS（Micro-Electro-Mechanical System，微机电系统）器件的制造工艺中是不可取代的，因此，高性能等离子体发生设备的研发对于半导体制造工艺的发展至关重要。当等离子体装置用于半导体制造工艺时，最主要的考察因素是：在一定气压范围内能有效率地生成大面积的均匀的等离子体。具体到工艺细节，关注点往往在于工艺气体、气压、等离子体均匀程度以及等离子体内的粒子成分即等离子体的可控性。为此，对于等离子体源而言，能在低气压下激发大面积的、高密度的、均匀的等离子体的等离子体源是当前的主要研究方向。

在传统的半导体制造业，各种类型的等离子体设备被广泛应用于各种工艺，例如，电容耦合等离子体(CCP)类型，电感耦合等离子体(ICP)类型以及表面波（SWP）或电子回旋共振等离子体(ECR)等类型。表面波等离子体是近年来发展起来的新型等离子体发生技术，相较于电感耦合等离子体，其结构更加简单，且在获得大面积且均匀的等离子体方面具有不可忽视的优势。由于表面波加热的机理，微波能量被约束在等离子体和介质的边界上，实际上使用的等离子体是没有激励源影响的远程等离子体，因此相较于电容耦合等离子体和电感耦合等离子体，其电子

温度更低,从而减少了高能电子带来的对器件表面的等离子体损伤。表面波是指,利用微波在介质表面附近激发出高于表面波临界密度以上的等离子体,微波在介质表面等离子体区域沿法向迅速衰减,而在介质与等离子体边界上形成沿表面传输的波。表面波在其传输的范围内可形成周期性的强电场,从而维持高密度的等离子体,此即表面波等离子体的形成原理。

图 1a 为一种现有的表面波等离子体设备的结构示意图,图 1b 为图 1a 的表面波等离子体设备中的表面波天线缝隙板的结构示意图。请一并参阅图 1a 和图 1b,该表面波等离子体设备包括:微波源及微波传输匹配结构、表面波天线结构和腔室三个部分,其中,微波源及微波传输匹配结构包括:微波源供电电源 1、微波源 2、谐振器 3、环流器 4、用于吸收反射功率的负载 5、用于测量入射功率和反射功率的定向耦合器 6、阻抗调节单元 7 和矩形波导 8。如图所示,表面波天线结构包括:自上而下依次层叠设置的天线主体 11、滞波板 12、缝隙板 15 和介质板 16。其中,天线主体 11 呈圆柱形,通常由铝、不锈钢等金属材料制成。缝隙板 15 为天线板,多由铝、不锈钢等金属材料制成,其形状为圆盘状,且在其上由内到外均匀分布有多圈缝隙结构,每一圈缝隙结构均包含多个 T 型结构的缝隙且这些 T 型结构的缝隙沿圆周方向均匀分布。滞波板 12 呈圆盘状,为低损耗的介质板,其介质可以为 Al_2O_3 , SiO_2 或 SiN (硅氮化合物),微波能量通过滞波板 12 后其波长被压缩,从而使得微波在缝隙板 15 上产生圆偏振,圆偏振的波通过介质板 16 在真空腔室 19 内激发产生等离子体,介质板 16 通常为石英。腔室包括:腔体 18、用于密封腔体 18 和天线主体 11 的密封圈 17 和用于放置晶片 20 的支撑台 21。

图 1a 和图 1b 示出了常用的表面波等离子体设备,然而其在实际应用中却难以获得大面积均匀的等离子体,具体原因在于:该表面波等离

子体设备中的表面波天线结构采用狭缝开槽天线方式实现微波馈入，其等效于一个等离子体源，且在馈入时微波是以同轴的方式实现馈入的，即，来自矩形波导 8 的微波自滞波板 12 的中心区域进入滞波板 12，在滞波板 12 内沿径向呈发散状传输，并在传输过程中延径向逐渐衰减，导致能量在径向上分布不均匀，从而限制了所产生的等离子体中分布密度呈均匀状态的那一部分等离子体（以下简称为均匀的等离子体）的面积大小。因而，采用狭缝开槽天线的微波馈入方式的表面波等离子体设备所能产生的均匀的等离子体的面积目前最大只能适用于直径为 8 寸晶片，无法实现对 12 寸等的更大直径的工业级别晶片进行加工。

发明内容

为解决现有技术中的至少一个问题，本发明提供了一种表面波等离子体设备。

本发明为解决上述技术问题，提供一种表面波等离子体设备，包括依次连接的微波发生装置、微波传输匹配结构和真空腔室，其中，所述微波传输匹配结构包括矩形波导，用于传输所述微波发生装置产生的微波。并且，所述表面波等离子体设备还包括谐振腔，其设置在所述矩形波导和所述真空腔室之间，并与所述矩形波导密闭连通以及与所述真空腔室密封连接，且所述谐振腔的底壁设置有多个介质窗，所述多个介质窗在所述真空腔室的底面所在平面中的正投影落入所述真空腔室的内壁在该平面的正投影所限定的范围内，以分别将微波能量耦合进入所述真空腔室。

其中，所述矩形波导的终端与所述谐振腔密闭连通。

其中，所述矩形波导的中段区域与所述谐振腔密闭连通。

其中，所述多个介质窗沿所述真空腔室的周向均匀分布。

其中，所述多个介质窗采用这样的方式设置而成：在所述谐振腔的

底壁上开设有多个介质件设置孔,在每一个所述介质件设置孔中嵌置有形状与之相匹配的介质件。

其中,每一个所述介质件的形状为下述形状之一:柱体、锥台、多个柱体的组合、多个锥台的组合、柱体与锥台的组合。

其中,所述介质件的形状为多个柱体的组合时,所述多个柱体彼此同轴且逐级层叠设置,并且下一级柱体的直径不大于上一级柱体的直径;或者所述介质件的形状为多个锥台的组合时,所述多个锥台彼此同轴且逐级层叠设置,并且下一级锥台的顶面的直径不大于上一级锥台的底面的直径;或者所述介质件的形状为柱体与锥台的组合时,所述柱体与锥台彼此同轴且逐级层叠设置,并且下一级柱体/锥台的顶面的直径不大于上一级柱体/锥台的底面的直径。

其中,所述多个介质窗采用这样的方式设置而成:在所述谐振腔的底壁上开设有多个介质件设置孔,在所述谐振腔的底壁和所述真空腔室之间设置有介质件,所述介质件被设置成板状结构且能够覆盖所述多个介质件设置孔;或者在所述谐振腔的底壁上开设有多个介质件设置孔,在所述谐振腔的底壁和所述真空腔室之间设置有介质件,所述介质件包括安装板以及内嵌在所述安装板中的多个介质块,每个所述介质块均沿所述安装板的厚度方向贯穿所述安装板,且所述多个介质块的数量和设置位置与所述多个介质件设置孔的数量和位置一一对应。

其中,所述介质件的厚度的取值范围在 5~80mm。

其中,所述介质件的最小直径的取值范围为 40mm-120mm。

其中,所述表面波等离子体设备还包括第一探针,其设置在所述矩形波导的中段区域,且其一端延伸至所述谐振腔内,用于将所述矩形波导中的微波引入到所述谐振腔内。

其中,所述第一探针的另一端沿着背离所述谐振腔的方向延伸至所述矩形波导的外部。

其中，所述第一探针采用螺接或卡接或销接的方式进行固定。

其中，所述表面波等离子体设备还包括连接腔，其设置在所述矩形波导的微波出口和所述谐振腔的微波入口之间，并与二者密封连接，所述第一探针的一端贯穿所述连接腔并延伸至所述谐振腔内。

其中，所述表面波等离子体设备还包括短路活塞，其设置在所述矩形波导的后段区域，并能沿所述矩形波导的轴线与之做相对运动，以调节所述矩形波导有效通路的长度。

其中，所述表面波等离子体设备还包括沿谐振腔的轴向延伸的第二探针，其上端固定在所述谐振腔的顶壁上或者贯穿所述谐振腔的顶壁而延伸至所述谐振腔的上方，其下端位于所述谐振腔的内部。

其中，所述第二探针被设置成能沿所述谐振腔的轴向相对于所述谐振腔的底壁升降。

其中，所述第二探针的设置位置与所述介质窗相对应。

其中，所述第二探针的数量和位置与所述介质窗的数量和位置相对应，且所述第二探针在与其相对应的所述介质窗上的正投影与该介质窗同轴。

其中，所述第二探针在与其相对应的介质窗上的正投影的边缘与该介质窗的边缘之间的距离不小于 2cm。

其中，在所述第二探针为多个的情况下，所述多个第二探针在所述真空腔室的底面的投影分布在以所述真空腔室的底面的中心为圆心且半径不同的多个同心圆的圆周上；或者在所述第二探针为多个的情况下，所述多个第二探针在所述真空腔室的底面的投影分布在以所述真空腔室的底面的中心为圆心的一个圆周上。

其中，所述谐振腔还包括升降机构，所述升降机构的数量与所述圆周的数量相对应，每个所述升降机构用于对应地驱动位于同一个圆周上的所有第二探针同步上升或同步下降；或者所述升降机构的数量与所述

第二探针的数量相对应,每个所述升降机构对应于一个所述第二探针且用以驱动该第二探针上升或下降。

其中,至少在每个所述第二探针的上部区域设置有外螺纹,在所述谐振腔的顶壁上的设置所述第二探针的位置处开设与所述外螺纹相配合的螺纹孔,所述螺纹孔为通孔或盲孔,所述第二探针一一对应地安装在所述螺纹孔中,通过顺时针或逆时针旋转所述第二探针,实现该第二探针相对于所述谐振腔的底壁的升降。

其中,所述第二探针的下端与所述谐振腔的底壁之间的竖直间距不小于 10mm。

其中,所述谐振腔的高度为 10mm~200mm。

本发明能够实现以下有益效果:

本发明提供的表面波等离子体设备,在微波传输匹配结构和真空腔室之间设置有谐振腔,且在该谐振腔的底壁上设置有多个介质窗,这样,微波在谐振腔内所形成的驻波的电场可以通过多个介质窗耦合进入真空腔室,由于每一个介质窗可等效为一个等离子体源,因此,本发明提供的表面波等离子体设备相当于有多个等离子体源同时激发等离子体,因而可在真空腔室内获得大面积的均匀的等离子体,从而可满足大尺寸的晶片加工需求。

附图说明

图 1a 为现有的表面波等离子体设备的结构示意图;

图 1b 为现有的表面波天线缝隙板的结构示意图;

图 2 为本发明第一实施例提供的表面波等离子体设备的结构示意图;

图 3 为谐振腔的底壁的俯视图;

图 4 为沿图 3 中的 A-A' 对谐振腔的底壁进行剖切所得到的剖面图；

图 5 为处于分离状态下的介质件和介质件设置孔的剖视图；

图 6A 为两个柱体组合结构的介质件的示意图；

图 6B 为一种两级锥台结构的介质件的示意图；

图 6C 为另一种两级锥台结构的介质件的示意图；

图 6D 为一种柱体和锥台组合结构的介质件的示意图；

图 6E 为另一种柱体和锥台组合结构的介质件的示意图；

图 6F 为又一种柱体和锥台组合结构的介质件的示意图；

图 6G 为再一种柱体和锥台组合结构的介质件的示意图；

图 7 为本发明第二实施例提供的表面波等离子体设备的结构示意图；

图 8A 为本发明第二实施例采用的第一种谐振机构的俯视剖面图；

图 8B 为本发明第二实施例采用的第一种谐振机构采用第一种调节方式的主视剖面图；

图 8C 为本发明第二实施例采用的第一种谐振机构采用第二种调节方式的主视剖面图；

图 8D 为采用第一种调节方式获得的等离子体分布图；

图 8E 为采用第二种调节方式获得的等离子体分布图；

图 9A 为本发明第二实施例采用的第二种谐振机构的俯视剖面图；

图 9B 为本发明第二实施例采用的第二种谐振机构采用第一种调节方式的主视剖面图；

图 9C 为本发明第二实施例采用的第二种谐振机构采用第二种调节方式的主视剖面图；

图 10 为本发明第三实施例提供的表面波等离子体设备的结构示意图；以及

图 11 为本发明第四实施例提供的表面波等离子体设备的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本发明中的附图，对本发明中的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明提供一种表面波等离子体设备，其包括依次连接的微波发生装置、微波传输匹配结构、真空腔室和谐振腔，其中：微波发生装置用于产生微波；微波传输匹配结构包括矩形波导，用于传输微波发生装置产生的微波；真空腔室为需要等离子体环境且具有预定真空度的工艺腔室，例如等离子体反应腔室等；谐振腔用于使其内的微波产生谐振模式以便能够被馈入到真空腔室 19 中，其设置在矩形波导和真空腔室之间，并与矩形波导密闭连通以及与真空腔室密封连接，且谐振腔的底壁设置有多个介质窗，所述多个介质窗在真空腔室的底面所在平面中的正投影落入该真空腔室的内壁在该平面的正投影所限定的范围内，以分别将微波能量耦合进入所述真空腔室。需要说明的是，关于“谐振腔的底壁设置有多多个介质窗”应当这样理解：所谓“多个”并非是谐振腔的底壁上所设置的介质窗的全部数量，而是有效介质窗的数量，所谓有效介质窗指的是在工艺过程中真正能够起到等离子体源的作用的介质窗，也就是能将微波能量耦合进入真空腔室的介质窗，从位置关系上来说，有效介质窗在真空腔室的底面所在平面中的正投影应当落入该真空腔室的内壁在该平面的正投影所限定的范围内，在此“落入”包含完全落入和部分落入。进一步需要说明的是，所谓密闭连通，指的是谐振腔与矩形波

导二者的内部空间相互连通且二者的连接处与外部环境隔绝而使二者的内部空间密闭。所谓密封连接，指的是谐振腔与真空腔室二者的内部空间不相连通且在二者的连接处进行密封而使真空腔室的内部空间与外部环境相隔绝。

以下结合图 2 至图 8 对本发明的技术方案进行详细说明。

请参阅图 2，其为本发明第一实施例提供的表面波等离子体设备的结构示意图。如图 2 所示，该表面波等离子体设备包括依次连接的微波发生装置、微波传输匹配结构、连接腔 10、谐振腔 22 和真空腔室 19。

具体地，微波发生装置用于产生微波，其可包括依次连接的微波源供电电源 1、微波源 2 和谐振器 3。微波源供电电源 1 为微波源 2 供电；微波源 2 可选用磁控管，用于产生微波；谐振器 3 用于使微波形成谐振模式。

微波传输匹配结构用于传输微波发生装置产生的微波，其可包括依次连接的环流器 4、定向耦合器 6、阻抗调节单元 7 和矩形波导 8，且环流器 4 还与谐振器 3 和负载 5 分别连接。这样，来自微波发生装置的微波能量经由环流器 4、定向耦合器 6 和矩形波导 8 传输。具体地，环流器 4 用于将从其下游反射回来的微波与微波发生装置相隔离，也就是使从环流器 4 的下游反射回来的微波不反射至微波发生装置；负载 5 用于吸收自矩形波导 8 反射回来的反射功率；定向耦合器 6 用于测量入射功率和反射功率；阻抗调节单元 7 用于调节微波的谐振模式；矩形波导 8 用于传输微波。

连接腔 10 用于为矩形波导 8 内的微波向谐振腔 22 传输提供通道，其形状呈筒形，上端开口与矩形波导 8 密封连接，下端开口与谐振腔 22 密封连接，以此实现矩形波导 8 与谐振腔 22 的密闭连通。本实施例中，在矩形波导 8 的中段区域的下表面开设有与连接腔 10 相配合的微波出口，连接腔 10 的上端开口与该微波出口密封连接。

谐振腔 22 用于使其内的微波产生谐振模式以便能够被馈入到真空腔室 19 中，其为中空的空间结构，设置在连接腔 10 和真空腔室 19 之间，其顶壁开设有微波入口，连接腔 10 的下端开口与该微波入口密封连接。通常，谐振腔 22 采用诸如不锈钢、铝合金等的金属制作，并且可以根据具体情况设计为圆柱形、长方形或者正方形等的任意形状的空腔。

真空腔室 19 内设置有用用于放置晶片等被加工工件的支撑台 21。真空腔室 19 用于为被加工工件提供真空环境和等离子体环境，例如，真空腔室 19 可以为等离子体刻蚀腔室等。真空腔室 19 通常采用铝合金、不锈钢等金属材料制成。

下面对本发明中的矩形波导和谐振腔等核心部件进行更详细的说明。

首先，对矩形波导及其相关配件进行详细说明。

矩形波导 8 水平放置，其起始端与阻抗调节单元 7 相连，其终端为自由端，其中段区域的下表面开设有用于与连接腔 10 连通的微波出口。

为了将矩形波导 8 中的微波能量馈入到位于矩形波导 8 的下方的谐振腔 22，而在该矩形波导 8 的中段区域设置有金属材质的第一探针 23。本实施例中，第一探针 23 为螺钉探针，即该螺钉探针通过螺纹连接（简称为“螺接”）的方式设置在该矩形波导 8 中。该螺钉探针 23 自矩形波导 8 的中段区域的上方沿谐振腔 22 的轴向依次贯穿矩形波导 8 和连接腔 10，并伸入谐振腔 22 内。

优选地，在矩形波导 8 的后段区域设置有短路活塞 9，使其在矩形波导 8 上的位置能够调节，即，短路活塞 9 在矩形波导 8 的轴线方向上的位置可改变。

在实际应用中，微波能量在矩形波导 8 内沿轴向向终端方向传输并到达该短路活塞 9 时，该微波能量会被短路活塞 9 反射回来。通常，将

矩形波导 8 的起始端至短路活塞 9 之间的那一段矩形波导 8 称为矩形波导 8 的有效通路, 即, 微波能量自矩形波导 8 的起始端向其终端传输时的实际传输路径。通过调节短路活塞 9 在矩形波导 8 上的位置, 可以调节该有效通路的长度。例如, 可以通过下述设置方式和调节方式来实现短路活塞 9 的位置可调: 短路活塞 9 设置在矩形波导 8 的内部, 二者之间的配合方式可类似于活塞与汽缸的配合方式; 并且, 短路活塞 9 的驱动端设置在矩形波导 8 的外部, 在该驱动端的作用下, 短路活塞 9 可以在矩形波导 8 的内部前后运动, 从而实现其在矩形波导 8 上的位置可调。

在实际应用中, 矩形波导 8 可以选用标准件。常用的 2450MHz 的微波所对应的标准矩形波导的型号有: GB BJ-22、BB-22、BJ-26, 各种型号的矩形波导的横截面尺寸不同, 本发明实施例中可以选用 GB BJ-26 型号的矩形波导。

下面详细说明微波能量在矩形波导 8 中的传输情形。

在微波能量从矩形波导 8 的起始端向终端方向传输的过程中, 一部分微波能量在矩形波导 8 的中段区域从左边与螺钉探针 23 相遇并改变传输方向, 即, 该部分微波能量不再继续沿矩形波导 8 的轴向传输而是沿螺钉探针 23 的轴向向下传输并经由连接腔 10 直接进入谐振腔 22 内的左半部分; 另一部分微波能量未与螺钉探针 23 相遇, 而是直接到达螺钉探针 23 的右侧并继续向矩形波导 8 的终端方向传输, 并在到达短路活塞 9 时被短路活塞 9 反射回来。其中, 一部分反射回来的微波能量会越过螺钉探针 23 并经由阻抗调节单元 7、定向耦合器 6、环流器 4 而传输至负载 5 并被其吸收; 另一部分反射回来的微波能量从右边与螺钉探针 23 相遇并改变传输方向, 即, 该部分微波能量不再继续沿矩形波导 8 的轴向传输而是沿螺钉探针 23 的轴向向下传输并经由连接腔 10 直接进入谐振腔 22 内的右半部分。

由上可知, 借助螺钉探针 23 可以将矩形波导 8 内的微波能量馈入

到谐振腔 22 内。并且，通过调节短路活塞 9 在矩形波导 8 上的位置，可以均衡馈入谐振腔 22 左、右两部分的微波能量，实现微波能量在谐振腔内部重新分配，从而将馈入谐振腔内的微波能量均匀化，为使真空腔室内等离子体大面积均匀化提供保证。

需要说明的是，螺钉探针 23 的外径尺寸和连接腔 10 的内径尺寸与微波的传输功率（传输效率）存在着相关性，具体地，螺钉探针 23 的外径尺寸与微波的传输功率（传输效率）呈负相关的关系，连接腔 10 的内径尺寸与微波的传输功率（传输效率）呈正相关的关系，也就是说，在连接腔 10 中插入有螺钉探针 23 的情况下，螺钉探针 23 的外壁与连接腔 10 的内壁之间的间隙越大，微波的传输功率（传输效率）就会越高。在实际应用中，螺钉探针 23 的外径和连接腔 10 的内径的比值决定了最大传输功率，该比值可以根据同轴波导的传输特性，通过该结构下空气的击穿电压计算得到。通常，该比值的取值范围可以为 1.65~3.59，其中这两个端点数值分别对应了最大传输功率和最小损耗。由此可知，通过选定不同外径尺寸的螺钉探针 23 和/或选定不同内径尺寸的连接腔 10，可以调节微波的传输功率，从而达到期望的微波传输效率和期望的损耗。

还需要说明的是，螺钉探针 23 伸入谐振腔 22 内的长度与电场馈入效率之间存在相关性，通过调节螺钉探针 23 伸入谐振腔 22 内的长度，可以调节电场馈入效率，提高微波利用率。事实上，螺钉探针 23 伸入谐振腔 22 内的长度与电场馈入效率之间的相关关系并非线性关系；而且，除了与螺钉探针 23 伸入谐振腔 22 内的长度相关之外，电场馈入效率还与谐振腔 22 的高度、谐振腔 22 内的介质窗的数量和分布等因素相关，因此需要综合整个谐振腔 22 的结构，才能获得最优的微波利用效率。

进一步需要说明的是，尽管本实施例中的第一探针 23 为螺钉探针

并且通过螺接的方式固定在矩形波导 8 中，但是本发明并不局限于此，而是也可以将第一探针 23 设置成光柱的形式，且可采用卡接或销接的方式固定在矩形波导 8 中。进一步地，当第一探针 23 为螺钉探针的形式时，除螺接固定方式外，还可以采用卡接或销接的方式对其进行固定。

接下来，对谐振腔及其相关配件进行详细说明。

谐振腔 22 置于真空腔室 19 的侧壁的顶端，借助谐振腔 22 的底壁对真空腔室 19 进行封堵，使真空腔室 19 的内部形成封闭的工艺环境。谐振腔 22 的底壁设置有多介质窗，介质窗用于将微波能量耦合进入真空腔室 19 以产生等离子体，并形成表面波的边界条件。也就是说，真空腔室 19 设置在谐振腔 22 的下方，微波在谐振腔 22 内形成驻波，驻波的电场通过介质窗耦合进入真空腔室 19，在真空腔室 19 内激发等离子体，并在等离子体的密度大于形成表面波等离子体的临界密度时，在介质窗的下表面形成表面波。

由于电场馈入效率与谐振腔 22 的高度有关，为了能够对谐振腔 22 的高度进行调节，优选地，将谐振腔 22 设置成这样的形式：谐振腔 22 由多个金属环叠置形成，每一个金属环的结构类似于垫片，多个叠置的金属环构成谐振腔 22 的侧壁，多个叠置的金属环的中空部分限定出谐振腔 22 的腔室。在实际应用中，可以根据需要选定金属环的数量从而获得相应高度的谐振腔 22。例如，谐振腔 22 的高度可以为 10mm-200mm，考虑到设备体积和制造成本，谐振腔 22 的高度优选为 10mm-85mm。至于谐振腔 22 的材料，通常可以采用不锈钢等金属材料。

本发明实施例利用连接腔连接谐振腔和矩形波导，将螺钉探针经由矩形波导和连接腔伸入谐振腔内部，从而将微波能量馈入连接腔和谐振腔，通过在谐振腔的底壁设置多个介质窗，使得微波在谐振腔内形成的驻波的电场能够通过各介质窗耦合进入真空腔室，并在真空腔室内激发等离子体，因此，多个介质窗可以等效为多个等离子体源，相对于现有

的单一等离子体源来说,这种结构的表面波等离子体设备可以在真空腔室内获得大面积的均匀的等离子体,从而满足大尺寸的晶片加工需求。

下面结合图3至图5详细说明设置在谐振腔底壁的介质窗的结构及其功能。其中,图3为谐振腔的底壁的俯视图;图4为沿图3中的A-A'对谐振腔的底壁进行剖切所得到的剖面图;图5为处于分离状态下的介质件和介质件设置孔的剖视图。

如图3和图4所示,在本发明实施例中,介质窗可以采用这样的方式设置形成:在谐振腔的底壁上开设有多个介质件设置孔26,在每一个介质件设置孔26中嵌置有形状与之相匹配的介质件24,借助于该介质件24,可以在每一个介质件设置孔26处形成介质窗。具体地,在谐振腔22的底壁上设置有6个介质件24,它们沿真空腔室19的周向环绕形成一圈,每一个介质件24在工艺时均相当于一个等离子体源。优选地,6个介质件24沿真空腔室19的周向均匀排布,这样,借助于排布成一圈的6个等离子体源,可以获得大面积的等离子体,并且由于6个介质件24沿真空腔室19的周向均匀排布,因此等离子体的分布较为均匀。由于被加工工件在真空腔室19内通常是与真空腔室19同心设置或者设置在真空腔室19的同心圆上,因此更为优选地,使6个介质件24沿真空腔室19的周向均匀地排布在与真空腔室19同心的圆上,从而使真空腔室19内的等离子体相对于被加工工件能更均匀地分布。更为优选地,为了提高边缘区域的等离子体的密度,可以将介质件24自真空腔室19的中心向边缘排布成多层(即,多圈),使真空腔室19的边缘区域也能够获得期望密度的等离子体;并且对于每一层而言,可以将多个介质件24沿真空腔室19的周向均匀地排布在与真空腔室19同心的圆上,这样,多层介质件24便形成多个同心圆。更为优选地,为了有效地激发和利用等离子体,可以使所述多个介质件24在真空腔室19的底面所在平面中的正投影落在该真空腔室19的内壁在该平面的正

投影所限定的范围内，也就是说，当谐振腔 22 的内壁在真空腔室 19 的底面所在平面中的正投影在该真空腔室 19 的内壁在该平面的正投影的外侧时，如果将介质件 24 设置得过于靠近谐振腔 22 的内壁以至于其在真空腔室 19 的底面所在平面中的正投影未能落在该真空腔室 19 的内壁在该平面的正投影所限定的范围内，则会导致该介质件 24 在真空腔室 19 内的所激发和利用的等离子体较少。

可以采用这样的方式将介质件 24 安装到谐振腔 22 的底壁上，例如，不在谐振腔 22 的底壁开设介质件设置孔，而是直接将介质件 24 放置在谐振腔 22 的底壁上，其突出于谐振腔 22 的底壁；或者在谐振腔 22 的底壁上开设有数量与介质件 24 的数量相同的多个介质件设置孔 26，所述多个介质件设置孔 26 的形状与所述多个介质件 24 的形状一一对应，且每一个介质件设置孔 26 中均嵌置有形状与之相匹配的介质件 24。

下面详细说明介质件 24 的结构以及其与介质件设置孔 26 的配合。

请一并参阅图 3 至图 5，本实施例中的介质件 24 的形状类似于两个圆柱体（第一柱体 241 和第二柱体 242）的组合，第一柱体 241 与第二柱体 242 同轴设置且彼此层叠，第一柱体 241 位于上方且其直径大于第二柱体 242 的直径，从而形成倒置的“凸”字型。对应地，介质件设置孔 26 设置成与介质件 24 相匹配的倒置的“凸”字型，具体地，该介质件设置孔 26 的沉孔 261 为柱形沉孔，过孔 262 为光孔。在介质件 24 安置于介质件设置孔 26 内时，第一柱体 241 置于沉孔 261 内，第二柱体 242 置于过孔 262 内。其中，第二柱体 242 的高度应当大于等于过孔 262 的深度，即，使第二柱体 241 的下表面与谐振腔 22 的底壁的下表面平齐或者向下凸出于谐振腔 22 的底壁的下表面，从而将微波在谐振腔内所形成的驻波的电场耦合进入真空腔室 19。

本实施例中的介质件 24 为两个柱体的组合，其最小直径为第二柱体 242 的直径。由于介质件 24 的面积会对介质件 24 总体的设置数量产

生影响，例如，对于同一个同心圆上设置的介质件 24 而言，单个介质件 24 的面积越大，则能够设置的数量越少，因此在确定介质件 24 的最小直径时，需要综合考量单个介质件 24 的面积和介质件 24 总体的设置数量，在实际应用中，介质件 24 的最小直径优选地设置为 40mm-120mm，例如本实施例中，第二柱体 242 的直径可设置为 60mm，第一柱体 241 的直径可设置为 90mm。

需要说明的是，本发明上述实施例所述的介质件和介质件设置孔的形状及装配方式是一种便于加工、安装和固定的优选实施方式，在实际应用中，介质件以及介质件设置孔的形状可以不限于此，例如，介质件可以被设置成单个柱体或者单个锥台或者柱体与锥台的组合或者多个锥台的组合，相应地，介质件设置孔可以被设置成单个柱体形状的孔或者单个锥台形状的孔或者柱体与锥台的组合的孔或者多个锥台的组合的孔，其中，所谓柱体包括圆柱和棱柱，所谓锥台包括圆锥台和棱锥台，所谓多个指的是两个以上。在实际应用中，谐振腔 22 的底壁上的多个介质件的形状无需彼此相同。进一步地，本发明实施例中的介质件可以由石英、陶瓷、表面涂覆有三氧化二钽的石英或者表面涂覆有三氧化二钽的陶瓷等材料制成。

还需要说明的是，当介质件和介质件设置孔为单个锥台状时，优选地，将该锥台的顶面的直径设置得大于底面的直径，从而可以借助于介质件的自重而将其更牢固地安装在介质件设置孔内。当介质件被设置成多个柱体的组合（例如图 6A 所示的两个柱体组合结构）时，多个柱体彼此同轴且逐级层叠设置，并且为了便于安装和拆卸该介质件，下一级柱体的直径不大于上一级柱体的直径。当介质件被设置成多个锥台的组合（例如图 6B 和图 6C 所示的两级锥台结构）时，多个锥台彼此同轴且逐级层叠设置，并且为了便于安装和拆卸该介质件，下一级锥台的顶面的直径不大于上一级锥台的底面的直径。当介质件被设置成柱体与锥

台的组合（例如图 6D 至图 6G 所示的柱体和锥台组合结构）时，柱体与锥台彼此同轴且逐级层叠设置，并且为了便于安装和拆卸该介质件，下一级柱体/锥台的顶面的直径不大于上一级柱体/锥台的底面的直径。其中，所谓“上一级”和“下一级”中的“上”和“下”并非依据位置关系中的“上”和“下”而定，而是依据装配时伸入介质件设置孔的先后顺序而定，具体地，先伸入介质件设置孔的那一级称为“下一级”，紧随所述“下一级”而伸入到介质件设置孔的那一级称为该“下一级”的上一级，也就是说，对于两级的而言，当从谐振腔的底壁的上方将介质件安装到介质件设置孔时，在位置关系上处于下面的那一级的先伸入到介质件设置孔中，故而称为下一级，在位置关系上处于上面的那一级的称为上一级；反之，当从谐振腔的底壁的下方将介质件安装到介质件设置孔时，在位置关系上处于上面的那一级的先伸入到介质件设置孔中而被称为下一级，在位置关系上处于下面的那一级的称为上一级。在实际应用中，可以根据需要设置级数。并且，为了更为方便、牢固地安装和固定介质件 24，优选地，从谐振腔 22 的底壁的上方安装介质件 24，以借助介质件 24 自身的重量将介质件 24 固定在谐振腔 22 的底壁上。

优选地，为了实现介质件与谐振腔的底壁二者之间的良好密封，而在二者之间设置诸如密封圈的密封件。下面结合图 2 和图 5 详细说明介质件 24 与谐振腔 22 的底壁二者之间的密封。

如图 2 和图 5 所示，在介质件设置孔 26 的沉孔 261 的下表面沿其周向开设有环形凹槽，其内设置有环形密封圈 17，该环形凹槽和环形密封圈 17 沿介质件 24 的周向延伸形成环绕该介质件 24 的轴线的闭合环形结构。这样，在介质件 24 安装在介质件设置孔 26 内的情况下，借助谐振腔 22 内的气压和介质件 24 的自重，第一柱体 241 的下表面能够将环形密封圈 17 挤压变形，封堵住第一柱体 241 与沉孔 261 之间的缝隙，从而使谐振腔 22 的内部与真空腔室 19 的内部相隔绝。

需要说明的是,在实际应用中,对应于每一个介质件,在该介质件与谐振腔的底壁之间设置有密封件,该密封件沿介质件的周向延伸形成环绕该介质件轴线的闭合环形结构,并且沿该密封件的周向,该介质件和谐振腔始终与该密封件相接触,从而实现介质件与谐振腔底壁之间的密封。具体地,对于每一个介质件而言,可以在谐振腔的底壁上沿该介质件的周向开设密封圈安置槽,环形密封圈置于其中,从而沿该介质件的周向将该介质件套于其内,以此封堵介质件与谐振腔底壁之间的缝隙;或者,可以在介质件上沿其周向开设密封圈安置槽,环形密封圈置于其中,从而沿该介质件的周向将该介质件套于其内,以此封堵介质件与谐振腔底壁之间的缝隙;或者,也可以同时在谐振腔的底壁上沿该介质件的周向开设密封圈安置槽,以及在介质件上沿其周向开设密封圈安置槽,在各密封圈安置槽中均放置密封圈,从而沿该介质件的周向而将该介质件套于其内,以此封堵介质件与谐振腔底壁之间的缝隙。当然,也可以不开设密封圈安置槽,而是将密封圈直接放置在介质件与谐振腔底壁二者的接触面上,借助于介质件与谐振腔底壁之间的接触与挤压而实现密封圈的定位和密封,例如,环形密封圈套置在介质件上,且该介质件放置于谐振腔的底壁的介质件设置孔内,则同样可以实现密封圈的定位和密封;再如,将环形密封圈放置在图 5 所示的沉孔 261 的上表面,在介质件安置于该介质件设置孔内的情况下,通过介质件和沉孔 261 的上表面与该环形密封圈的接触与挤压而实现密封圈的定位和密封。

优选地,为了能够在较低的电压下实现放电,形成气体的初始电离,可以在谐振腔 22 内设置第二探针。下面结合图 2 和图 3 详细说明谐振腔 22 内的第二探针 27。

如图 2 和图 3 所示,在谐振腔 22 的内部还包括第二探针 27,其为金属材质,且数量和位置与介质件 24 的数量和位置相对应,具体地,第二探针 27 和介质件 24 的数量均为 6 个,每一个第二探针 27 对应一

个介质件 24，且每一个第二探针 27 在其所对应的介质件 24 所在平面上的正投影与该介质件 24 在该平面上的正投影同轴。并且，第二探针 27 设置在谐振腔 22 的顶壁上并沿谐振腔 22 的轴向向下延伸，也就是说，第二探针 27 沿谐振腔 22 的轴向而设置在谐振腔 22 的顶壁与介质件 24 之间，且第二探针 27 的一端与谐振腔 22 的顶壁相连，另一端（下端）沿谐振腔 22 的轴向向下延伸，其延伸的程度可以直至与介质件 24 的上表面相接触（但不能挤压介质件 24）。第二探针 27 不能挤压介质件 24 的原因在于：在激发等离子体的过程中，介质件 24 的温度会升高，导致其体积膨胀，若第二探针 27 原本就挤压介质件 24，则会使得体积膨胀后的介质件 24 与第二探针 27 之间的压力过大而致使介质件 24 破碎。

由于谐振腔 22 的内部设置有第二探针 27，因此在工艺时会有电场垂直于金属表面、磁场平行于金属表面的边界条件，这会改变谐振腔 22 内部的原有的场的分布，并激发高次模，使得第二探针 27 附近的电场增强，从而更容易在低气压条件下（例如毫托（mTorr）量级的放电气压）实现对气体的初始电离，因此本发明实施例提供的表面波等离子体设备能够在低放电气压下良好地工作。

进一步地，为了避免高功率下大气击穿，第二探针 27 在其所对应的介质件 24 所在平面上的正投影的边缘与该介质件 24 在该平面上的正投影的边缘之间的距离 W 不能过小，优选的， W 大于或等于 2cm。

需要说明的是，尽管本发明实施例中的第二探针 27 的数量和位置与介质件 24 的数量和位置相对应，但是本发明不局限于此，在实际应用中，第二探针 27 的数量也可以与介质件 24 不对应；而且，第二探针 27 的设置位置也可以错开介质件 24 所在位置，例如，第二探针 27 可以设置在谐振腔 22 的顶壁上的与介质件 24 之间的间隙正对的位置处，和/或也可以设置在谐振腔 22 的底壁上的介质件 24 之间的间隙处。

进一步地，当第二探针 27 设置为多个时，其具体的设置数量和位置还可综合考虑到谐振腔 22 的尺寸、高度和形状来确定。

由上可知，本发明实施例提供的表面波等离子体设备能够产生大面积的等离子体，因而能够达到工业应用级；并且，在谐振腔内适当设置第二探针 27 的情况下，可以在极低气压下用较低功率实现初始电离，从而扩大了该表面波等离子体设备的工艺区间。

优选地，第二探针 27 在谐振腔 22 内的延伸长度可调。所谓延伸长度，指的是第二探针 27 的下端与谐振腔 22 的顶壁之间的距离。至于具体调节方式，可以参见下述第二实施例中的调节方式。

本发明第二实施例中的表面波等离子体设备与前述第一实施例提供的表面波等离子体设备的差别在于谐振腔的结构，至于微波发生装置、微波传输匹配结构、连接腔 10 和真空腔室 19 的结构及其作用，与前述结合第一实施例所描述的各相应结构及其作用相同，在此不再赘述。以下详细说明本实施例中的谐振腔。

请参阅图 7，本实施例中，多个介质窗可以采用这样的方式设置形成：在谐振腔 22 的底壁 44 上开设有多个介质件设置孔 441，在谐振腔 22 的底壁 44 和真空腔室 19 之间设置有呈板状结构的介质件（以下简称介质板）45，该介质板 45 能够覆盖全部介质件设置孔 441，即，借助于该介质板 45，可以在每一个介质件设置孔 441 处形成介质窗。

具体地，本实施例中的谐振腔 22 设置在真空腔室 19 的顶部，其为空腔结构，采用诸如铜、铝、不锈钢或铝合金等的金属制作而成。该谐振腔 22 的顶壁设置有多第二探针 27，该第二探针 27 的沿谐振腔 22 的轴向延伸，其上端延伸在谐振腔 22 的顶壁的上方，其下端贯穿谐振腔 22 的顶壁而延伸至谐振腔 22 的内部，并且该第二探针 27 设置成可沿谐振腔 22 的轴向而相对于谐振腔 22 的底壁升降，即，第二探针 27 的下端与谐振腔 22 的底壁之间的间距可以调节、变化。该谐振腔 22

的底壁 44 上设置有沿其厚度方向贯穿该底壁 44 的多个介质件设置孔 441, 多个介质件设置孔 441 的数量和位置与多个第二探针 27 的数量和位置一一对应。该底壁 44 用作天线板, 以下称作天线板 44。

在天线板 44 的下方设置有呈板状结构的介质件 (以下简称为介质板) 45, 用于将微波能量耦合进入真空腔室 19 内, 以在真空腔室 19 内激发产生等离子体。具体地, 介质板 45 设置在天线板 44 与真空腔室 19 之间, 且与真空腔室 19 密封连接, 即, 介质件 45 采用整体式结构, 将天线板 44 与真空腔室 19 相互隔离, 这样不仅可以使微波能量耦合进入真空腔室 19 内, 而且还可以使谐振腔 22 与真空腔室 19 之间的界面均为介质材料, 从而可以避免形成金属污染。该介质件 45 所采用的材料包括石英、陶瓷、表面涂覆有三氧化二钽的石英或者表面涂覆有三氧化二钽的陶瓷。优选的, 介质件 45 的厚度的取值范围在 5~80mm。

在进行工艺时, 在谐振腔 22 内位于该第二探针 27 的附近形成高频电磁场, 该高频电磁场的分布会影响在真空腔室 19 内形成的等离子体的密度分布。通过调节各个第二探针 27 的下端与天线板 44 之间的竖直间距, 可以对高频电磁场的分布进行调节, 从而可以实时调节在真空腔室 19 内形成的等离子体的密度分布, 进而可以满足在不同的工艺条件下对等离子体分布的不同要求。此外, 借助上述谐振腔 22 和介质窗, 可以在极低的气压条件下, 使用较低的功率就能够形成反应气体的初始电离, 从而扩大了工艺区间。

下面对第二探针 27 的排布方式进行详细描述。

对于第一种排布方式, 请一并参阅图 8A 至图 8E, 在天线板 44 所在平面上, 多个第二探针 27 的投影分布在以天线板 44 所在平面的中心为圆心、且半径不同的两个同心圆周 (内圈圆周和外圈圆周) 上。如图 8A 所示, 分布在内圈圆周上的第二探针 27N 有 6 个, 分别为 43N1~43N6; 分布在外圈圆周上的第二探针 27W 有 12 个, 分别为 43W1~43W12。

第二探针 27 的下端与天线板 44 之间的竖直间距越大,则真空腔室 19 内与该第二探针 27 的位置相对应的区域形成的等离子体的密度分布越小;反之,第二探针 27 的下端与天线板 44 之间的竖直间距越小,则真空腔室 19 内与该第二探针 27 的位置相对应的区域形成的等离子体的密度分布越大。基于此,如图 8B 所示,分布在内圈圆周上的 6 个第二探针 27N 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 H_1 相同,分布在外圈圆周上的 12 个第二探针 27W 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 H_2 相同,且 H_1 小于 H_2 ,例如, $H_1=10\text{mm}$; $H_2=40\text{mm}$ 。在这种情况下,由于 H_1 小于 H_2 ,则分布在支撑台 21 上方的等离子体,其在与分布在内圈圆周上的 6 个第二探针 27N 相对应的区域分布的密度大于分布在外圈圆周上的 12 个第二探针 27W 相对应的区域分布的密度,如图 8D 所示,从而实现了等离子体的密度分布的调节。

如图 8C 所示,分布在内圈圆周上的 6 个第二探针 27N 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 H_4 相同,分布在外圈圆周上的 12 个第二探针 27W 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 H_3 相同,且 H_3 小于 H_4 ,例如, $H_3=10\text{mm}$; $H_4=30\text{mm}$ 。在这种情况下,由于 H_3 小于 H_4 ,则分布在支撑台 21 上方的等离子体,其在与分布在外圈圆周上的 12 个第二探针 27W 相对应的区域分布的密度大于分布在内圈圆周上的 6 个第二探针 27N 相对应的区域分布的密度,如图 8E 所示,从而实现了等离子体的密度分布的调节。

当然,在实际应用中,也可以根据具体情况将同一圆周上的第二探针的下端与天线板之间的竖直间距设定为不相同,以满足在不同的工艺条件下对等离子体分布的不同要求。

需要说明的是,在本实施例中,在天线板 44 所在平面上,多个第二探针 27 的投影分布在以天线板 44 所在平面的中心为圆心、且半径不同的两个同心圆(内圈圆周和外圈圆周)上;但是,本发明并不局限于

此，在实际应用中，同心圆的数量还可以为三个以上。

在实际应用中，可以采用升降机构对上述第二探针 27 的升降运动进行远程自动调节，或者，也可以采用手动方式对上述第二探针 27 的升降运动进行调节。具体地，在远程自动调节的方式中，谐振腔 22 还包括多个升降机构（图中未示出），该升降机构的数量与圆周的数量相对应，各个升降机构用于一一对应地驱动各个圆周上的所有第二探针同步上升或同步下降，即，对应于本实施例的两个同心圆的情况，升降机构为两个，其中一个用于同步驱动内圈圆周上的所有第二探针 27N；其中另一个用于同步驱动外圈圆周上的所有第二探针 27W。或者，升降机构的数量还可以与第二探针的数量相对应，每个升降机构用于一一对应地驱动其中一个第二探针上升或下降。也就是说，升降机构的数量为 18 个，每个升降机构用于单独驱动相应的一个第二探针上升或下降。在实际应用中，升降机构可以为升降电机、升降气缸或者升降液压缸等具有升降驱动功能的机构。

在手动调节方式中，每个第二探针具有外螺纹，且在谐振腔 22 的顶壁腔壁 421 上设置有贯穿其厚度的螺纹孔，各个第二探针 27 通过其外螺纹一一对应地安装在各个螺纹孔中。通过手动顺时针或逆时针旋转任意一个第二探针 27，来调节该第二探针的下端与天线板 44 之间的竖直间距。当然，在此基础上，也可以采用自动调节的方式代替该手动调节的方式，即，采用诸如旋转电机等的驱动机构自动驱动任意一个第二探针 27 顺时针或逆时针旋转，从而实现对第二探针 27 的下端与天线板 44 之间的竖直间距的调节。

对于第二种排布方式，请一并参阅图 9A 至图 9C，天线板 44 所在平面上，多个第二探针 27 的投影分布在以天线板 44 所在平面的中心为圆心的一个圆周上。如图 9A 所示，分布在该圆周上的第二探针 27D 有 5 个，分别为 43D1~43D5。

如图 9B 所示, 分布在该圆周上的 5 个第二探针 27D 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 $H5$ 相同, 例如, $H5=20\text{mm}$ 。

如图 9C 所示, 分布在该圆周上的 5 个第二探针 27D 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 $H5$ 不相同, 其中一个第二探针 27D 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 $H7$ 大于其余第二探针 27D 的下端与天线板 44 之间的竖直间距 $H6$, 例如, $H6=20\text{mm}$; $H7=40\text{mm}$ 。在这种情况下, 在支撑台 21 上方的等离子体, 其分布在与竖直间距为 $H7$ 的其中一个第二探针 27D 相对应的区域分布的密度小于分布在与竖直间距为 $H6$ 的其余第二探针 27D 相对应的区域分布的密度, 从而实现了等离子体的密度分布的调节。

在实际应用中, 可以采用升降机构对上述第二探针 27 的升降运动进行远程自动调节, 或者, 也可以采用手动方式对上述第二探针 27 的升降运动进行调节。该升降机构与上述第一种排布方式中的升降机构相类似, 其区别仅在于, 升降机构还可以为一个, 用以驱动所有的第二探针同步上升或下降。手动调节方式与上述第一种排布方式中的手动调节方式相同, 在此不再赘述。

优选的, 第二探针 27 的下端与天线板 44 之间的竖直间距不小于 10mm , 以避免在高功率的条件下发生大气击穿的情况。

进一步优选的, 谐振腔 22 在竖直方向上的长度的取值范围在 $10\sim 200\text{mm}$, 以给第二探针 27 的升降运动预留足够的空间。

在实际应用中, 天线板 44 上的介质件设置孔 441 可以为圆孔, 该圆孔的直径的取值范围在 $20\sim 120\text{mm}$, 优选在 $40\sim 120\text{mm}$; 或者, 天线板 44 上的介质件设置孔 441 还可以为正方形孔, 该正方形孔的边长的取值范围在 $20\sim 120\text{mm}$, 优选在 $40\sim 120\text{mm}$ 。或者, 天线板 44 上的介质件设置孔还可以为其他任意形状的通孔。

需要说明的是, 在实际应用中, 多个介质窗可以采用这样的方式设

置形成：在谐振腔的底壁上开设有多个介质件设置孔，在谐振腔的底壁和真空腔室之间设置有介质件，介质件包括安装板以及内嵌在该安装板中的多个介质块，每个介质块均沿安装板的厚度方向贯穿该安装板，且多个介质块的数量和设置位置与多个介质件设置孔的数量和位置一一对应，借助于每个介质件可以在其所对应的介质件设置孔处形成介质窗。其中，介质块包括被加工成固定形状而能够嵌置在介质件设置孔中的独立结构件，也包括可以填充在介质件设置孔中的由前述介质材料制成的颗粒、粉末或片材。

下面结合图 10 详细说明本发明第三实施例提供的表面波等离子体设备。

本发明第三实施例中的表面波等离子体设备与前述第一实施例提供的表面波等离子体设备的差别在于：本实施例省去连接在矩形波导 8 和谐振腔 22 之间的连接腔，而是将谐振腔 22 的上表面直接叠置于矩形波导 8 的下表面，并使矩形波导 8 底壁所开设的微波出口与谐振腔 22 顶壁所开设的微波入口对准并在二者的连接处进行密封，而使矩形波导 8 和谐振腔 22 密闭连通。螺钉探针 23 自矩形波导 8 直接伸入谐振腔 22 内。至于本实施例中的表面波等离子体设备的其他结构及其作用，与前述结合第一实施例所描述的各相应结构及其作用相同，在此不再赘述。

下面结合图 11 详细说明本发明第四实施例提供的表面波等离子体设备。

本发明第四实施例中的表面波等离子体设备与前述第一实施例中的表面波等离子体设备类似，二者差别在于：本实施例中，省去螺钉探针 23 和连接在矩形波导 8 和谐振腔 22 之间的连接腔，并且矩形波导 8 的微波出口不是设置在其中段区域而是在其终端，即，矩形波导 8 的终端具有微波出口，该微波出口与谐振腔的微波入口对准并在二者的连接处进行密封，而使矩形波导 8 和谐振腔 22 密闭连通。并且，矩形波导

8 的终端的轴线与其起始端的轴线之间存在大于 0 度但小于 180 度的倾角,从而使微波沿着矩形波导传输时能够改变传输方向而到达其终端并进入到谐振腔 22 中。为此,可以省去用于改变微波传输方向的螺钉探针 23。至于本实施例中的表面波等离子体设备的其他结构及其作用,与前述结合第一实施例所描述的各相应结构及其作用相同,在此不再赘述。

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、一种表面波等离子体设备，包括依次连接的微波发生装置、微波传输匹配结构和真空腔室，其中，所述微波传输匹配结构包括矩形波导，用于传输所述微波发生装置产生的微波，其特征在于，所述设备还包括谐振腔，其设置在所述矩形波导和所述真空腔室之间，并与所述矩形波导密闭连通以及与所述真空腔室密封连接，且所述谐振腔的底壁设置有多个介质窗，所述多个介质窗在所述真空腔室的底面所在平面中的正投影落入所述真空腔室的内壁在该平面的正投影所限定的范围内，以分别将微波能量耦合进入所述真空腔室。

2、如权利要求 1 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述矩形波导的终端与所述谐振腔密闭连通。

3、如权利要求 1 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述矩形波导的中段区域与所述谐振腔密闭连通。

4、如权利要求 1 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述多个介质窗沿所述真空腔室的周向均匀分布。

5、如权利要求 1-4 中的任一项所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述多个介质窗采用这样的方式设置而成：在所述谐振腔的底壁上开设有多个介质件设置孔，在每一个所述介质件设置孔中嵌置有形状与之相匹配的介质件。

6、如权利要求 5 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，每一个所述介质件的形状为下述形状之一：柱体、锥台、多个柱体的组合、多个锥台

的组合、柱体与锥台的组合。

7、如权利要求 6 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述介质件的形状为多个柱体的组合时，所述多个柱体彼此同轴且逐级层叠设置，并且下一级柱体的直径不大于上一级柱体的直径；或者

所述介质件的形状为多个锥台的组合时，所述多个锥台彼此同轴且逐级层叠设置，并且下一级锥台的顶面的直径不大于上一级锥台的底面的直径；或者

所述介质件的形状为柱体与锥台的组合时，所述柱体与锥台彼此同轴且逐级层叠设置，并且下一级柱体/锥台的顶面的直径不大于上一级柱体/锥台的底面的直径。

8、如权利要求 1-4 中的任一项所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述多个介质窗采用这样的方式设置而成：

在所述谐振腔的底壁上开设有多个介质件设置孔，在所述谐振腔的底壁和所述真空腔室之间设置有介质件，所述介质件被设置成板状结构且能够覆盖所述多个介质件设置孔；或者

在所述谐振腔的底壁上开设有多个介质件设置孔，在所述谐振腔的底壁和所述真空腔室之间设置有介质件，所述介质件包括安装板以及内嵌在所述安装板中的多个介质块，每个所述介质块均沿所述安装板的厚度方向贯穿所述安装板，且所述多个介质块的数量和设置位置与所述多个介质件设置孔的数量和位置一一对应。

9、如权利要求 5 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述介质件的厚度的取值范围在 5~80mm。

10、如权利要求 5 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述介质

件最小直径的取值范围为 40mm-120mm。

11、如权利要求 3 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，还包括第一探针，其设置在所述矩形波导的中段区域，且其一端延伸至所述谐振腔内，用于将所述矩形波导中的微波引入到所述谐振腔内。

12、如权利要求 11 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述第一探针的另一端沿着背离所述谐振腔的方向延伸至所述矩形波导的外部。

13、如权利要求 11 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述第一探针采用螺接或卡接或销接的方式进行固定。

14、如权利要求 11-13 中的任一项所述的表面波等离子体设备，其特征在于，还包括连接腔，其设置在所述矩形波导的微波出口和所述谐振腔的微波入口之间，并与二者密封连接，所述第一探针的一端贯穿所述连接腔并延伸至所述谐振腔内。

15、如权利要求 3 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，还包括短路活塞，其设置在所述矩形波导的后段区域，并能沿所述矩形波导的轴线与之做相对运动，以调节所述矩形波导有效通路的长度。

16、如权利要求 1 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，还包括沿谐振腔的轴向延伸的第二探针，其上端固定在所述谐振腔的顶壁上或者贯穿所述谐振腔的顶壁而延伸至所述谐振腔的上方，其下端位于所述谐振腔的内部。

17、如权利要求 16 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述第

二探针被设置成能沿所述谐振腔的轴向相对于所述谐振腔的底壁升降。

18、如权利要求 17 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述第二探针的设置位置与所述介质窗相对应。

19、如权利要求 18 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述第二探针的数量和位置与所述介质窗的数量和位置相对应，且所述第二探针在与其相对应的所述介质件上的正投影与该介质件同轴。

20、如权利要求 18 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述第二探针在与其相对应的介质件上的正投影的边缘与该介质件的边缘之间的距离不小于 2cm。

21、如权利要求 16-20 中的任一项所述的表面波等离子体设备，其特征在于，在所述第二探针为多个的情况下，所述多个第二探针在所述真空腔室的底面的投影分布在以所述真空腔室的底面的中心为圆心且半径不同的多个同心圆的圆周上；或者

在所述第二探针为多个的情况下，所述多个第二探针在所述真空腔室的底面的投影分布在以所述真空腔室的底面的中心为圆心的一个圆周上。

22、如权利要求 21 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述谐振腔还包括升降机构，所述升降机构的数量与所述圆周的数量相对应，每个所述升降机构用于对应地驱动位于同一个圆周上的所有第二探针同步上升或同步下降；或者

所述升降机构的数量与所述第二探针的数量相对应，每个所述升降机构对应于一个所述第二探针且用以驱动该第二探针上升或下降。

23、如权利要求 21 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，至少在每个所述第二探针的上部区域设置有外螺纹，在所述谐振腔的顶壁上的设置所述第二探针的位置处开设与所述外螺纹相配合的螺纹孔，所述螺纹孔为通孔或盲孔，所述第二探针一一对应地安装在所述螺纹孔中，通过顺时针或逆时针旋转所述第二探针，实现该第二探针相对于所述谐振腔的底壁的升降。

24、如权利要求 22 或 23 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述第二探针的下端与所述谐振腔的底壁之间的竖直间距不小于 10mm。

25、如权利要求 1 所述的表面波等离子体设备，其特征在于，所述谐振腔的高度为 10mm~200mm。

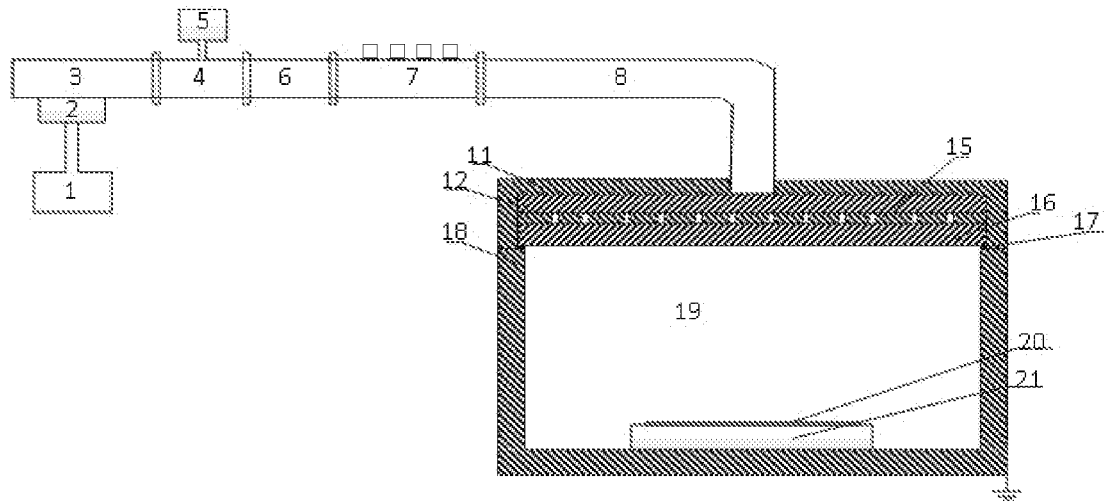


图 1a

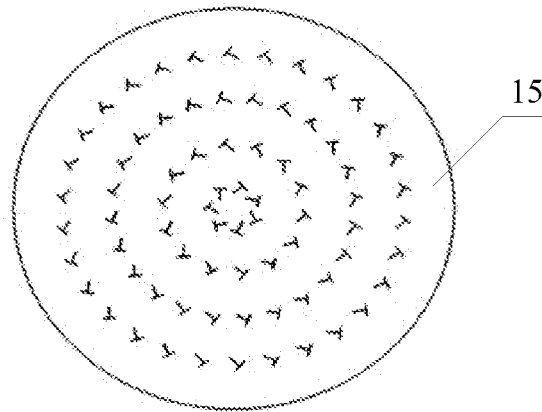


图 1b

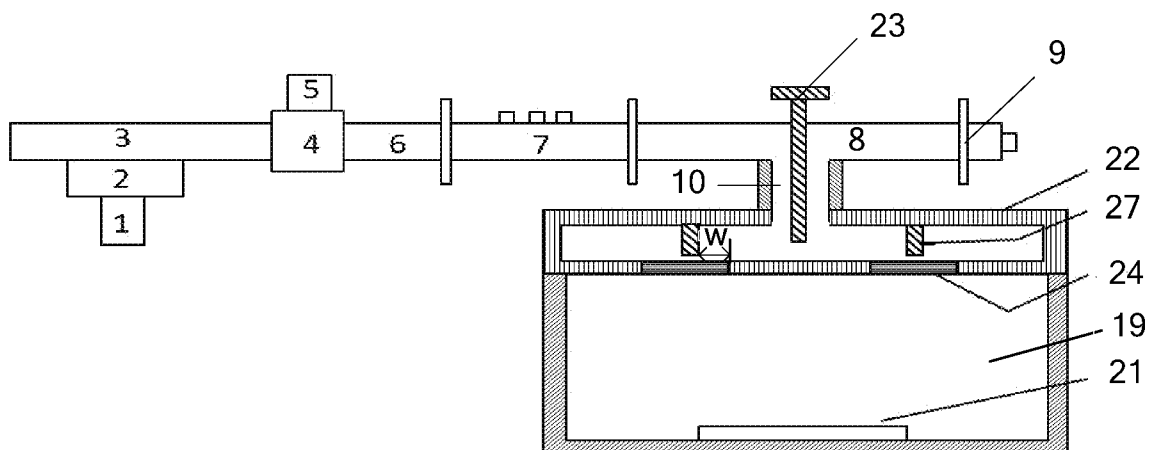


图 2

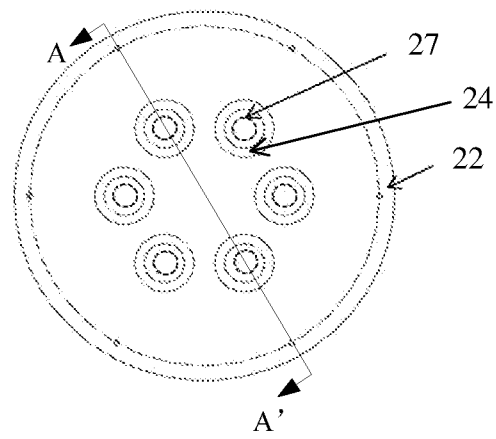


图 3

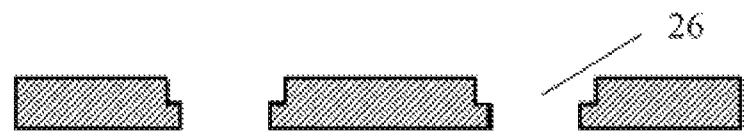


图 4

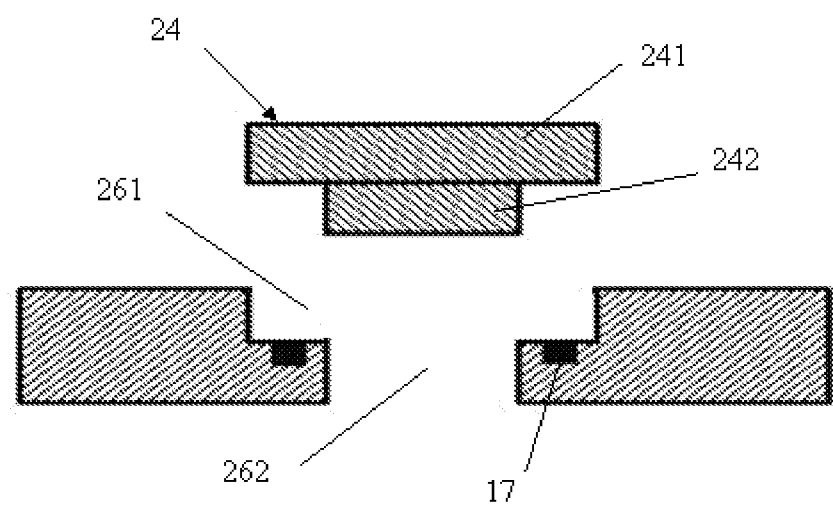


图 5

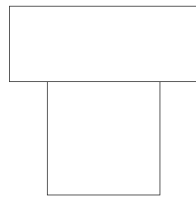


图 6A

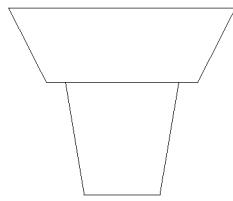


图 6B

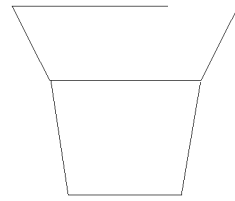


图 6C

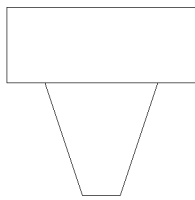


图 6D

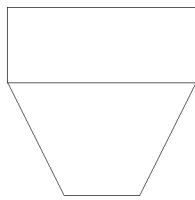


图 6E

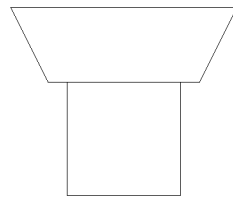


图 6F

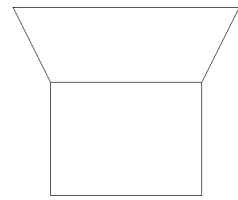


图 6G

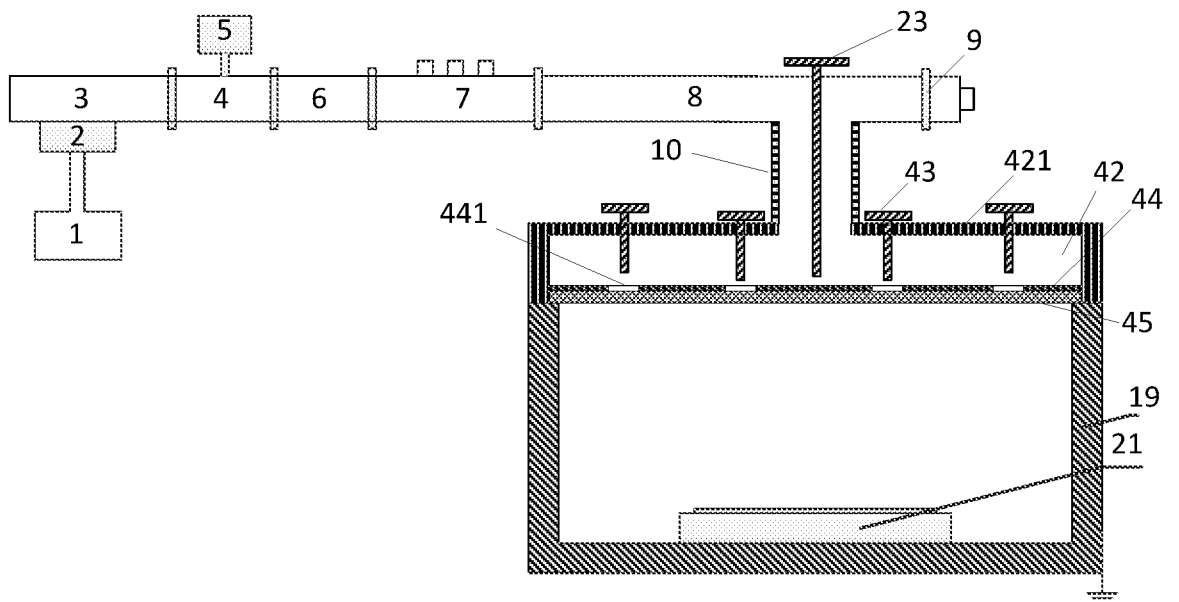


图 7

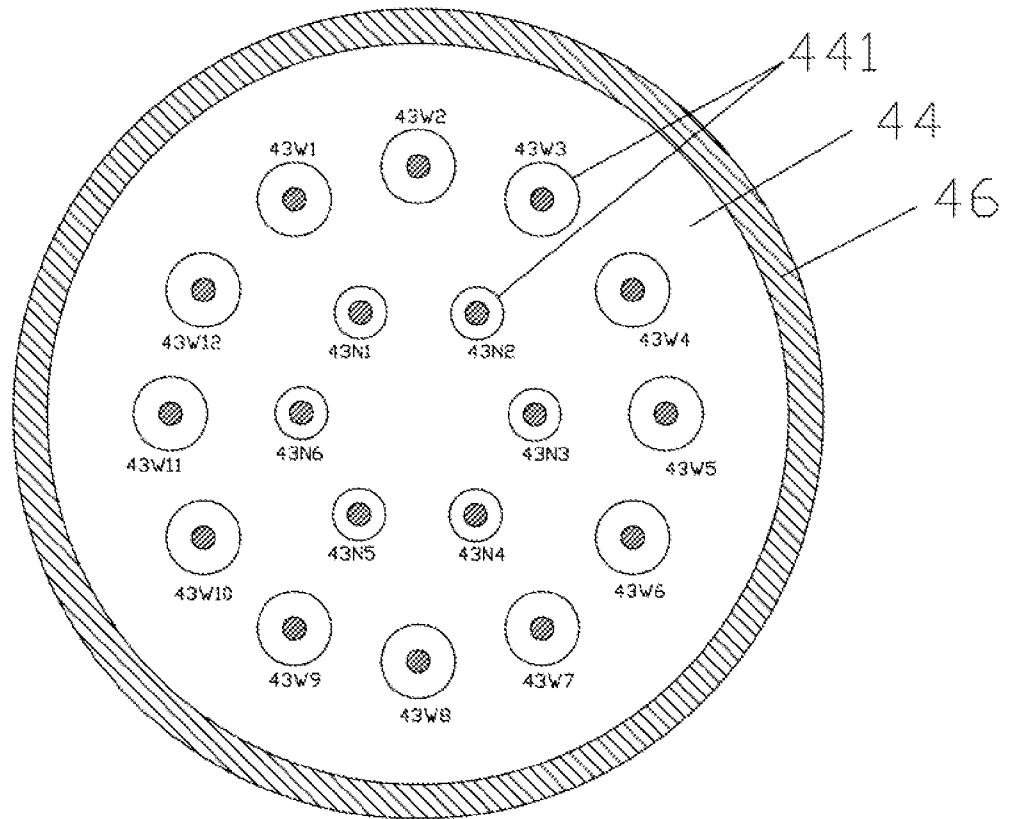


图 8A

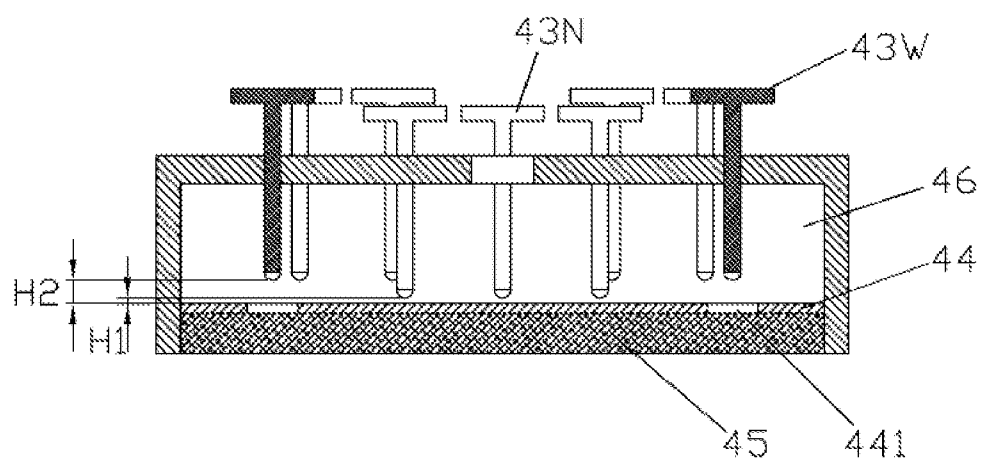


图 8B

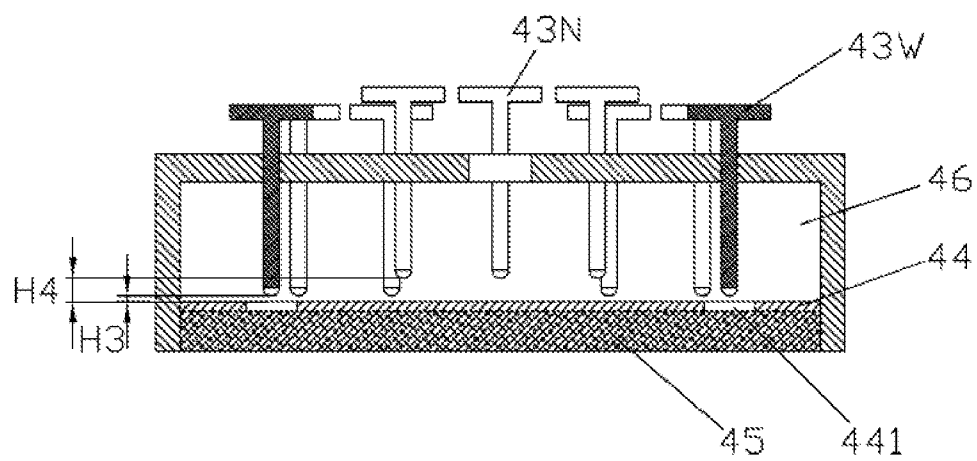


图 8C

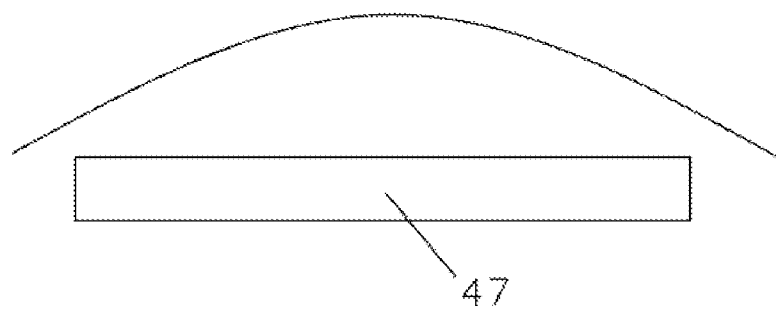


图 8D

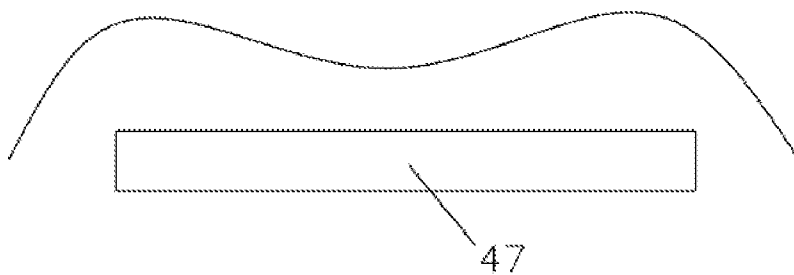


图 8E

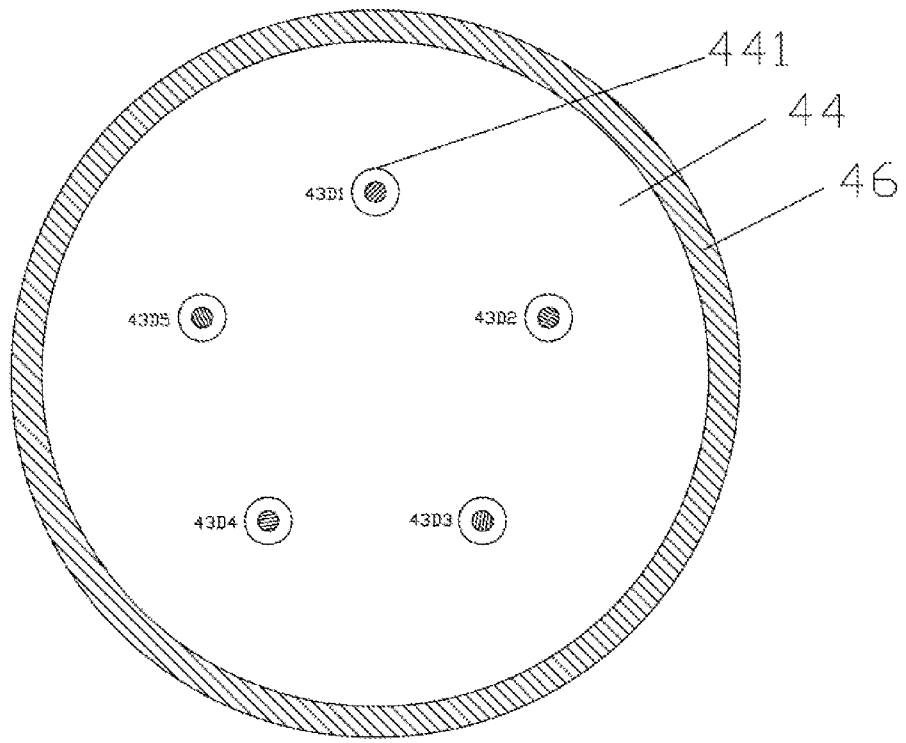


图 9A

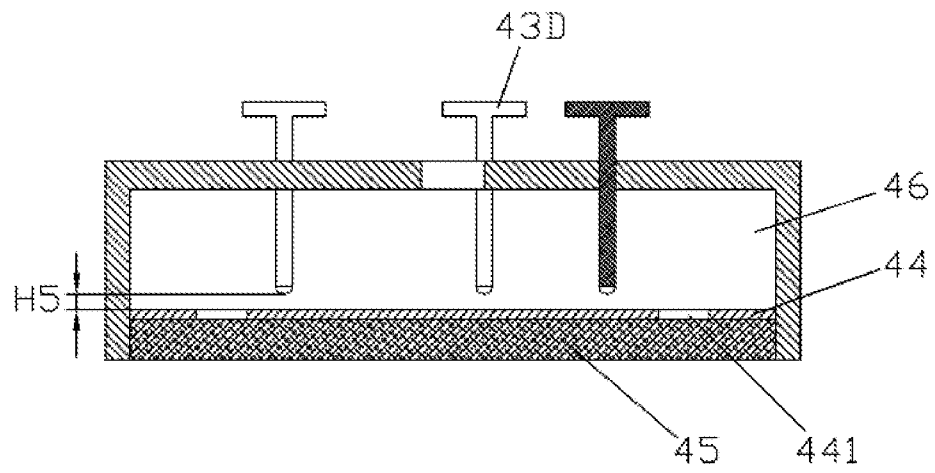


图 9B

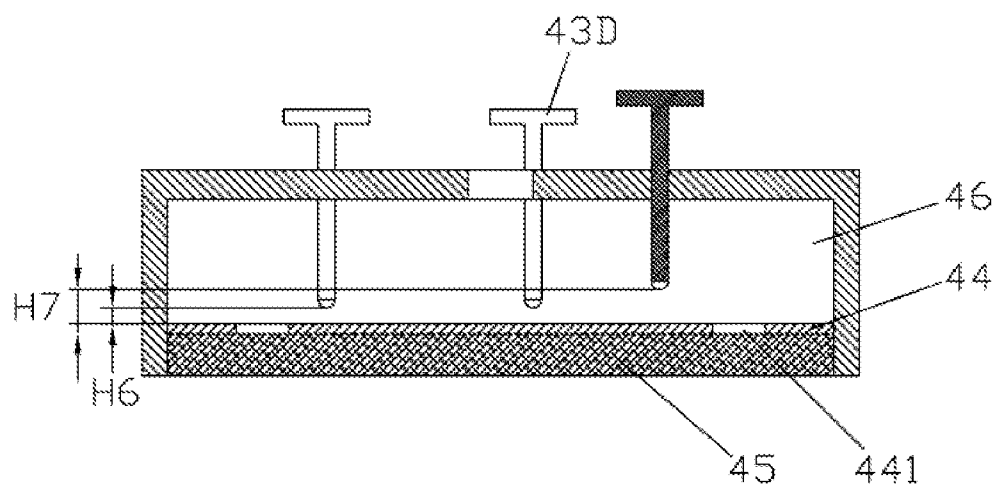


图 9C

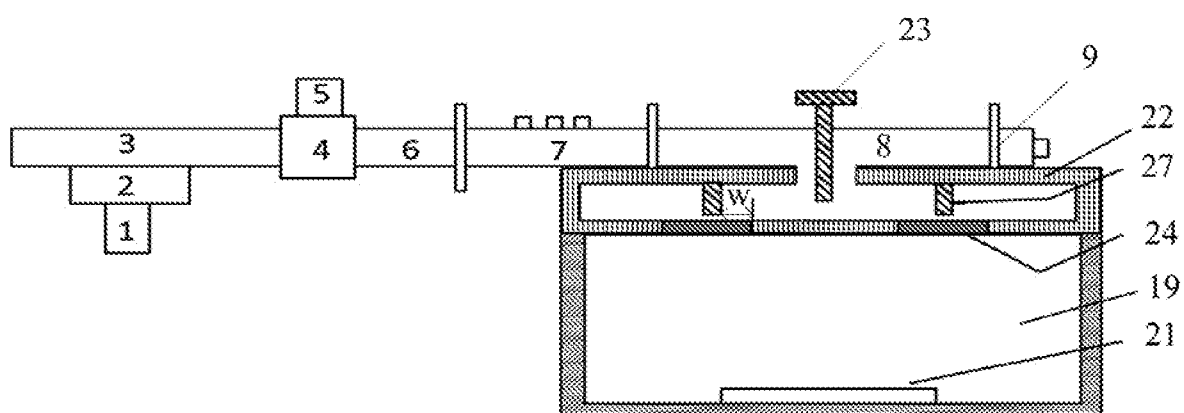


图 10

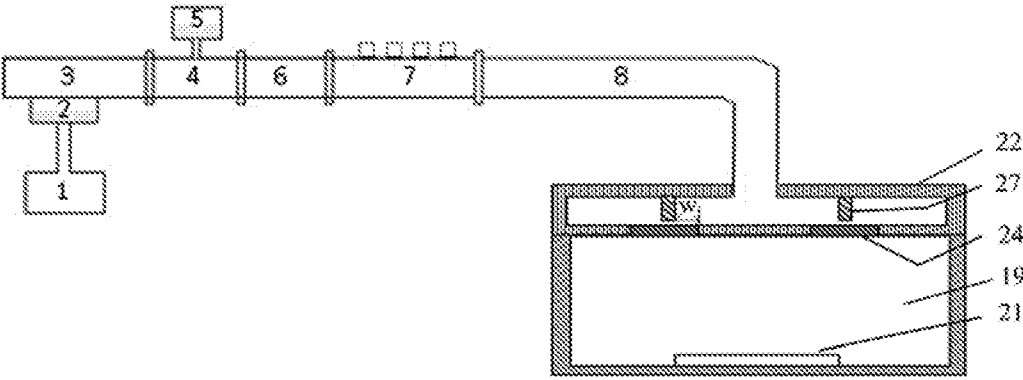


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/112597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05H 1/46 (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)

H05H

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: medium, multi, plasma, surface-wave, microwave, resonant, dielectric, window, more, needle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101144155 A (XIDIAN UNIVERSITY), 19 March 2008 (19.03.2008), description, page 4, line 14 to page 5, line 18, and figures 1 and 2	1-15, 25
Y	CN 103227089 A (TOKYO ELECTRON LTD.), 31 July 2013 (31.07.2013), description, paragraph [0080], and figure 1	1-15, 25
Y	CN 101047118 A (TOKYO ELECTRON LTD. et al.), 03 October 2007 (03.10.2007), description, page 3, lines 7-15, and figure 4	1-15, 25
Y	US 2015144265 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED), 28 May 2015 (28.05.2015), description, paragraphs [0035]-[0046], and figures 1 and 2	1-15, 25
A	CN 101622698 A (TOKYO ELECTRON LTD.), 06 January 2010 (06.01.2010), the whole document	1-25
A	CN 1405554 A (JIANGSU UNIVERSITY), 26 March 2003 (26.03.2003), the whole document	1-25

☐ 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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“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 02 March 2017 (02.03.2017)	Date of mailing of the international search report 24 March 2017 (24.03.2017)
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 ZHANG, Jie Telephone No.: (86-10) 62413628

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/112597

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101144155 A	19 March 2008	CN 100593585 C	10 March 2010
CN 103227089 A	31 July 2013	CN 103227089 B	23 March 2016
		JP 5836144 B2	24 December 2015
		TW 201346971 A	16 November 2013
		KR 101560122 B1	13 October 2015
		JP 2013157520 A	15 August 2013
		US 2013192760 A1	01 August 2013
		KR 20150050539 A	08 May 2015
		KR 20130088797 A	08 August 2013
CN 101047118 A	03 October 2007	TW 200811950 A	01 March 2008
		JP 2007273636 A	18 October 2007
		KR 20070098686 A	05 October 2007
		US 7432468 B2	07 October 2008
		US 2007235425 A1	11 October 2007
		CN 100530532 C	19 August 2009
		JP 4978985 B2	18 July 2012
		KR 100882969 B1	13 February 2009
US 2015144265 A1	28 May 2015	CN 102737947 A	17 October 2012
		JP 5893865 B2	23 March 2016
		KR 101393890 B1	12 May 2014
		US 8961735 B2	24 February 2015
		KR 20120112253 A	11 October 2012
		TW I549156 B	11 September 2016
		JP 2012216745 A	08 November 2012
		TW 201306080 A	01 February 2013
		CN 102737947 B	08 July 2015
		US 2012247676 A1	04 October 2012
CN 101622698 A	06 January 2010	TW I367529 B	01 July 2012
		US 8262844 B2	11 September 2012
		CN 101622698 B	29 August 2012
		KR 20090117828 A	12 November 2009
		KR 101098314 B1	26 December 2011
		WO 2008108213 A1	12 September 2008
		EP 2136392 A1	23 December 2009
		US 2010089871 A1	15 April 2010
		JP 4927160 B2	09 May 2012
		TW 200901317 A	01 January 2009
CN 1405554 A	26 March 2003	CN 1272621 C	30 August 2006

A. 主题的分类 H05H 1/46 (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) H05H 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, EPDOC, CNKI, 等离子体, 表面波, 微波, 谐振, 介质, 窗, 多个, 探针, plasma, surface-wave, microwave, resonant, dielectric, window, more, needle																							
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>Y</td> <td>CN 101144155 A (西安电子科技大学) 2008年 3月 19日 (2008 - 03 - 19) 说明书第4页第14行-第5页第18行及附图1、2</td> <td>1-15、25</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103227089 A (东京毅力科创株式会社) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第[0080]段及附图1</td> <td>1-15、25</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101047118 A (东京毅力科创株式会社 等) 2007年 10月 3日 (2007 - 10 - 03) 说明书第3页第7行-15行及附图4</td> <td>1-15、25</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2015144265 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 2015年 5月 28日 (2015 - 05 - 28) 说明书第[0035]-[0046]段及附图1、2</td> <td>1-15、25</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101622698 A (东京毅力科创株式会社) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 全文</td> <td>1-25</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1405554 A (江苏大学) 2003年 3月 26日 (2003 - 03 - 26) 全文</td> <td>1-25</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	Y	CN 101144155 A (西安电子科技大学) 2008年 3月 19日 (2008 - 03 - 19) 说明书第4页第14行-第5页第18行及附图1、2	1-15、25	Y	CN 103227089 A (东京毅力科创株式会社) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第[0080]段及附图1	1-15、25	Y	CN 101047118 A (东京毅力科创株式会社 等) 2007年 10月 3日 (2007 - 10 - 03) 说明书第3页第7行-15行及附图4	1-15、25	Y	US 2015144265 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 2015年 5月 28日 (2015 - 05 - 28) 说明书第[0035]-[0046]段及附图1、2	1-15、25	A	CN 101622698 A (东京毅力科创株式会社) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 全文	1-25	A	CN 1405554 A (江苏大学) 2003年 3月 26日 (2003 - 03 - 26) 全文	1-25
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 101144155 A (西安电子科技大学) 2008年 3月 19日 (2008 - 03 - 19) 说明书第4页第14行-第5页第18行及附图1、2	1-15、25																					
Y	CN 103227089 A (东京毅力科创株式会社) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第[0080]段及附图1	1-15、25																					
Y	CN 101047118 A (东京毅力科创株式会社 等) 2007年 10月 3日 (2007 - 10 - 03) 说明书第3页第7行-15行及附图4	1-15、25																					
Y	US 2015144265 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 2015年 5月 28日 (2015 - 05 - 28) 说明书第[0035]-[0046]段及附图1、2	1-15、25																					
A	CN 101622698 A (东京毅力科创株式会社) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 全文	1-25																					
A	CN 1405554 A (江苏大学) 2003年 3月 26日 (2003 - 03 - 26) 全文	1-25																					
☐ 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 style="vertical-align: top;"> * 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 style="vertical-align: top;"> “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		国际检索报告邮寄日期																					
2017年 3月 2日		2017年 3月 24日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																					
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		张洁 电话号码 (86-10) 62413628																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/112597

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	101144155	A	2008年 3月 19日	CN	100593585	C	2010年 3月 10日
CN	103227089	A	2013年 7月 31日	CN	103227089	B	2016年 3月 23日
				JP	5836144	B2	2015年 12月 24日
				TW	201346971	A	2013年 11月 16日
				KR	101560122	B1	2015年 10月 13日
				JP	2013157520	A	2013年 8月 15日
				US	2013192760	A1	2013年 8月 1日
				KR	20150050539	A	2015年 5月 8日
				KR	20130088797	A	2013年 8月 8日
CN	101047118	A	2007年 10月 3日	TW	200811950	A	2008年 3月 1日
				JP	2007273636	A	2007年 10月 18日
				KR	20070098686	A	2007年 10月 5日
				US	7432468	B2	2008年 10月 7日
				US	2007235425	A1	2007年 10月 11日
				CN	100530532	C	2009年 8月 19日
				JP	4978985	B2	2012年 7月 18日
				KR	100882969	B1	2009年 2月 13日
US	2015144265	A1	2015年 5月 28日	CN	102737947	A	2012年 10月 17日
				JP	5893865	B2	2016年 3月 23日
				KR	101393890	B1	2014年 5月 12日
				US	8961735	B2	2015年 2月 24日
				KR	20120112253	A	2012年 10月 11日
				TW	1549156	B	2016年 9月 11日
				JP	2012216745	A	2012年 11月 8日
				TW	201306080	A	2013年 2月 1日
				CN	102737947	B	2015年 7月 8日
				US	2012247676	A1	2012年 10月 4日
CN	101622698	A	2010年 1月 6日	TW	1367529	B	2012年 7月 1日
				US	8262844	B2	2012年 9月 11日
				CN	101622698	B	2012年 8月 29日
				KR	20090117828	A	2009年 11月 12日
				KR	101098314	B1	2011年 12月 26日
				WO	2008108213	A1	2008年 9月 12日
				EP	2136392	A1	2009年 12月 23日
				US	2010089871	A1	2010年 4月 15日
				JP	4927160	B2	2012年 5月 9日
				TW	200901317	A	2009年 1月 1日
CN	1405554	A	2003年 3月 26日	CN	1272621	C	2006年 8月 30日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)