

(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)



(10) 国际公布号
WO 2019/019780 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01J 37/32 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/087510
- (22) 国际申请日: 2018 年 5 月 18 日 (18.05.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710623037.3 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: 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)。 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)。
王文章 (WANG, Wenzhang); 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)。
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)。
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)。
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)。
贾强

(54) Title: FARADAY SHIELD AND REACTION CHAMBER

(54) 发明名称: 法拉第屏蔽件及反应腔室

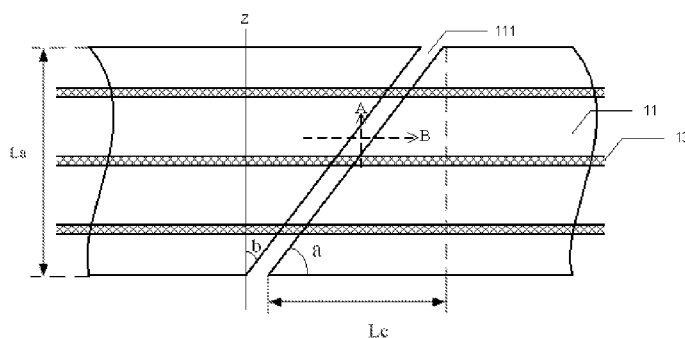


图 4B

(57) Abstract: Provided are a Faraday shield and a reaction chamber, comprising a conductive ring body, wherein a slit is formed on the conductive ring body; in the developed view of the conductive ring body, the length of a projection, in the axial direction of the conductive ring body, of the slit is greater than zero; and the length of a projection, on the circumference of the conductive ring body, of the slit is greater than zero, so as to increase the total coupling efficiency of an electromagnetic field by means of increasing the coupling efficiency of an electric field component, in the circumferential direction of the conductive ring, of the electromagnetic field. The Faraday shield and the reaction chamber provided in the present invention can improve the coupling efficiency of a magnetic field, so that radio frequency power needing to be loaded onto a radio frequency coil can be reduced.

(57) 摘要: 本发明提供一种法拉第屏蔽件及反应腔室, 其包括导电环体, 在所述导电环体上形成有开缝, 在该导电环体的展开图中, 该开缝在导电环体的轴向上的投影的长度大于零, 以及该开缝在导电环体的周向上的投影的长度大于零, 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。本发明提供的法拉第屏蔽件及反应腔室, 其可以提高磁场耦合效率, 从而可以降低需要向射频线圈加载的射频功率。

(JIA, Qiang); 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, 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))。

法拉第屏蔽件及反应腔室

技术领域

本发明涉及半导体制造技术领域，具体地，涉及一种法拉第屏蔽件及反应腔室。

背景技术

在使用电感耦合等离子体（Inductive Coupled Plasma Emission Spectrometer，以下简称 ICP）装置进行集成电路和 MEMS 器件的制造工艺的过程中，产生的等离子体中含有大量的电子、离子、激发态的原子、分子和自由基等活性粒子，这些活性粒子和衬底相互作用使材料表面发生各种物理和化学反应，从而使材料表面性能获得变化。

图 1 为现有的 ICP 装置的剖视图。请参阅图 1，ICP 装置包括反应腔室 1，在该反应腔室 1 的侧壁 2 上设置有介质筒 3。在介质筒 3 的外侧环绕设置有射频线圈 4，其通过上匹配器 5 与上射频电源 6 电连接，上射频电源 6 用于向射频线圈 4 加载射频功率，由射频线圈 4 产生的电磁场能够通过介质筒 3 馈入至反应腔室 1 中，以激发反应腔室 1 中的工艺气体形成等离子体。并且，在反应腔室 1 中还设置有基座 9，其通过下匹配器 7 和下射频电源 8 电连接，下射频电源 8 用于向基座 9 加载射频负偏压，以吸引等离子体刻蚀衬底表面。此外，在介质筒 3 的内侧环绕设置有法拉第屏蔽件 10，用于保护介质筒 3 不被等离子体刻蚀，同时避免自衬底表面溅射出来的残留物附着在介质筒 3 的内壁上，从而可以提高介质筒 3 的能量耦合效率，减少反应腔室 1 内的颗粒污染。

图 2 为现有的法拉第屏蔽件的结构图。请参阅图 2，法拉第屏蔽件 10 为环体，且在该环体上形成有沿其轴向的开缝 101，该开缝 101 自环体的的上端面延伸至环体的下端面而环体完全断开，即，环体在其周向上是非连续

的，从而可以避免法拉第屏蔽件 10 产生涡流损耗和发热。

在上述法拉第屏蔽件 10 的结构中，由于开缝 101 沿环体的轴向设置，如图 3 所示，这使得只有由射频线圈 4 产生的电磁场在环体的轴向上的磁场分量 A 能够穿过开缝 101，而该电磁场在环体的圆周方向上的电场分量 B 很难穿过开缝 101 而耦合至反应腔室，从而造成磁场耦合效率较低。而较低的磁场耦合效率往往需要向射频线圈 4 加载更高的射频功率，才能实现等离子体启辉，维持一定的处理速率，以及使用上电极单独启辉，以在基片介质层为 low-k 材料时，减少对该基片介质层的损伤。但是，向射频线圈 4 加载较高的射频功率会使法拉第屏蔽件 10 因涡流损耗的增加和离子轰击的增强而造成温度过高，从而增大了反应腔室 1 颗粒污染的风险。

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，提出了一种法拉第屏蔽件及反应腔室，其可以提高电磁场的总耦合效率，从而可以降低需要向射频线圈加载的射频功率。

为实现本发明的目的而提供一种法拉第屏蔽件，其包括导电环体，在所述导电环体上形成有开缝，并且在所述导电环体的展开图中，所述开缝在所述导电环体的轴向上的投影的长度大于零，以及所述开缝在所述导电环体的周向上的投影的长度大于零。

其中，所述开缝包括第一子开缝，且所述导电环体的轴线在所述导电环体的展开图中的投影与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角的绝对值大于 0 度且小于 90 度。

其中，所述导电环体的轴线在所述导电环体的展开图中的投影与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角为 45° 。

其中，所述第一子开缝自所述导电环体的上端面延伸至所述导电环体的下端面，使得所述导电环体在其周向上完全断开。

其中,所述开缝还包括第二子开缝,在所述导电环体的展开图中,所述第二子开缝的延伸方向与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角大于0度。

其中,所述开缝包括第一子开缝和第二子开缝,在所述导电环体的展开图中,所述导电环体的轴线的投影与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角等于90度;所述第二子开缝的延伸方向与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角大于0度。

其中,所述第二子开缝自所述导电环体的上端面延伸至所述导电环体的下端面,使得所述导电环体在其周向上完全断开;或者所述第二子开缝处于所述导电环体的上端面和下端面之间而未到达所述导电环体的上端面和下端面。

其中,所述第二子开缝与所述第一子开缝相互交叉。

其中,所述第二子开缝为一个或多个,在所述第二子开缝为多个的情况下,所述多个第二子开缝沿所述第一子开缝的延伸方向间隔分布。

其中,所述第一子开缝为多个,所述多个第一子开缝沿所述导电环体的周向均匀分布。

其中,所述导电环体在其周向上被划分为N个第一区域和M个第二区域,且所述第一区域和所述第二区域相间设置,其中,N和M均为大于或等于1的整数;在每个所述第一区域内设置有至少两个第一子开缝,且所述至少两个第一子开缝沿所述导电环体的轴向间隔分布;在每个所述第二区域内设置有至少两个第二子开缝,且所述至少两个第二子开缝沿所述导电环体的周向间隔分布。

其中,多个所述第一区域和多个所述第二区域沿所述导电环体的周向均匀分布;对于每一个所述第一区域而言,其中的所述至少两个第一子开缝均匀分布;对于每一个所述第二区域而言,其中的所述至少两个第二子开缝均匀分布。

其中,所述第一区域在所述导电环体的周向上的宽度为50~200mm。

其中,在以垂直于所述导电环体的轴线的平面对所述开缝进行剖切所得到的剖切面上,所述开缝被呈现为曲折通道。

其中,所述开缝呈现为这种形式的曲折通道,即, L1、L2、L3 和 L4 中的每一条直线均不满足如下条件:即,该直线在除所述开缝的左上角、左下角、右上角和右下角之外的位置不与 S1 和 S2 相切或者相交,且处于 S1 和 S2 之间;其中,S1 为所述开缝的外侧面的剖切线,S2 为所述开缝的内侧面的剖切线,L1 为连接所述开缝的右上角和右下角的直线,L2 为连接所述开缝的左上角和右下角的直线,L3 为连接所述开缝的右上角和左下角的直线,L4 为连接所述开缝的左上角和左下角的直线。

其中,所述曲折通道通过在所述开缝中设置阻挡部而形成。

其中,所述阻挡部为两个,分别为第一阻挡部和第二阻挡部,二者分别设置在所述导电环体的在所述开缝处的第一端面和第二端面上,其中,所述第一阻挡部自所述第一端面朝向所述第二端面延伸,且与所述第二端面之间具有第一间隙;所述第二阻挡部自所述第二端面朝向所述第一端面延伸,且与所述第一端面之间具有第二间隙;所述第一阻挡部和第二阻挡部之间在所述导电环体的径向上具有第三间隙;所述第一间隙、第二间隙和第三间隙构成所述曲折通道。

其中,在所述开缝中填充有介质材料。

其中,所述开缝的宽度的取值范围在 2~10mm。

作为另一个方面,本发明还提供一种反应腔室,其包括介质筒、法拉第屏蔽件和射频线圈,所述射频线圈环绕设置在所述介质筒的外侧;所述法拉第屏蔽件环绕设置在所述介质筒的内侧,并且,所述法拉第屏蔽件采用前述任一方案所述的法拉第屏蔽件。

其中,所述射频线圈采用缠绕线为矩形的圆柱立体式螺旋线圈。

其中,所述圆柱立体式螺旋线圈的任意相邻的两匝缠绕线之间的轴向间距为 6-10mm。

其中，所述反应腔室为预清洗腔室。

本发明具有以下有益效果：

本发明提供的法拉第屏蔽件，其包括导电环体，在该导电环体上形成有开缝，并且在导电环体的展开图中，该开缝在导电环体的轴向上的投影的长度大于零，以及该开缝在导电环体的周向上的投影的长度大于零，用以通过增加电磁场在导电环体的周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，从而可以降低需要向射频线圈加载的射频功率，即，即使加载较低的射频功率，也能够实现等离子体启辉，维持一定的处理速率，以及使用上电极单独启辉，以在基片介质层为 low-k 材料时，减少对该基片介质层的损伤。另外，加载较低的射频功率还可以避免法拉第屏蔽件的温度过高，从而减小了反应腔室颗粒污染的风险。

本发明提供的反应腔室，其通过采用本发明提供的上述法拉第屏蔽件，可以降低需要向射频线圈加载的射频功率，从而即使加载较低的射频功率，也能够实现等离子体启辉，维持一定的处理速率，以及使用上电极单独启辉，以在基片介质层为 low-k 材料时，减少对该基片介质层的损伤。另外，加载较低的射频功率还可以避免法拉第屏蔽件的温度过高，从而减小了反应腔室颗粒污染的风险。

附图说明

图 1 为现有的 ICP 装置的剖视图；

图 2 为现有的法拉第屏蔽件的结构图；

图 3 为现有的法拉第屏蔽件的局部结构图；

图 4A 为本发明第一实施例提供的法拉第屏蔽件的结构图；

图 4B 为本发明第一实施例提供的一种法拉第屏蔽件的展开图中的局部结构示意图；

图 4C 为本发明第一实施例提供的另一种法拉第屏蔽件的展开图中的局

部结构示意图；

图 4D 为本发明第一实施例提供的又一种法拉第屏蔽件的展开图中的局部结构示意图；

图 4E 为本发明第一实施例提供的法拉第屏蔽件的展开图中的再一种局部结构示意图；

图 5 为本发明第二实施例提供的法拉第屏蔽件的局部结构图；

图 6 为本发明第三实施例提供的法拉第屏蔽件的侧视图；

图 7A 为本发明第四实施例提供的法拉第屏蔽件的径向截面图；

图 7B 为图 7A 中 I 区域的放大图；

图 8A 为一种导电环体的俯视图的局部放大图，其中示出 L1 线和 L2 线；

图 8B 为图 8A 所示导电环体的俯视图的局部放大图，其中示出 L3 线和 L4 线；

图 8C 为图 8A 所示导电环体的俯视图的局部放大图，其中示出粒子运动路径；

图 8D 为一种导电环体的俯视图的局部放大图，其中示出 L1 线和 L2 线；

图 8E 为图 8D 所示导电环体的俯视图的局部放大图，其中示出 L3 线和 L4 线；

图 8F 为一种导电环体的俯视图的局部放大图，其中示出 L1 线和 L2 线；

图 8G 为图 8F 所示导电环体的俯视图的局部放大图，其中示出 L3 线和 L4 线；

图 9 为本发明实施例提供的反应腔室的剖视图；

图 10 为本发明实施例采用的一种射频线圈的结构图；

图 11 为本发明实施例采用的另一种射频线圈的结构图。

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

对本发明提供的法拉第屏蔽件及反应腔室进行详细描述。

在对本发明提供的法拉第屏蔽件及反应腔室进行详细描述之前,首先对开缝的宽度进行如下定义:本申请中,开缝的宽度指的是该开缝的两个长边之间的垂直距离。当开缝仅包含第一子开缝时,开缝的宽度指的是第一子开缝的宽度;并且当开缝包含第一子开缝和第二子开缝时,开缝的宽度值的限制,既是对第一子开缝的宽度的限制,也是对第二子开缝的宽度的限制,也就是说,要求每一个第一子开缝的宽度和每一个第二子开缝的宽度各自均要满足各实施例中开缝的宽度的数值范围。

接下来对本发明提供的技术方案进行详细描述。本发明提供一种法拉第屏蔽件,包括导电环体,在所述导电环体上形成有开缝,在该导电环体的展开图中,该开缝在导电环体的轴向上的投影的长度大于零,并且该开缝在导电环体的周向上的投影的长度大于零,事实上这也可以理解为:在该导电环体的展开图中,该开缝能够被分解为沿导电环体轴向的分量以及沿导电环体周向的分量。需要说明的是,本申请中,无论开缝的宽度为多少,在该开缝在导电环体的轴向上的投影的长度中因该开缝的宽度所带来的投影的长度等于零,以及在该开缝在导电环体的周向上的投影的长度中因该开缝的宽度所带来的投影的长度等于零;换言之,在讨论开缝在导电环体的轴向上的投影和/或开缝在导电环体的周向上的投影时,该开缝的宽度应当视为零,即,该开缝的两个长边视为重合。

请一并参阅图 4A 和图 4B,本发明第一实施例提供的法拉第屏蔽件,其包括导电环体 11,在该导电环体 11 上形成有开缝,该开缝包括第一子开缝 111。在图 4B 所示的导电环体的展开图中,第一子开缝 111 与导电环体 11 的周向之间形成夹角 a ,第一子开缝 111 与导电环体 11 的轴线在该展开图中的投影 Z (图 4B 中的直线 Z) 之间形成夹角 b ,其中, $b=90-a$, $|b|=|90-a|$, b 的绝对值应大于 0 度且小于 90 度。在图 4B 所示的导电环体的展开图中,第一子开缝 111 在导电环体 11 的轴向上的投影的长度为 L_a ,第

一子开缝 111 在导电环体 11 的周向上的投影的长度为 L_c ，从图 4B 中可以清晰地看出， L_a 和 L_c 均大于零。由环绕在该导电环体 11 周围的射频线圈 13 产生的电磁场可以划分为导电环体 11 的轴向的磁场分量 A 和沿导电环体 11 的周向的电场分量 B。通过采用上述第一子开缝 111，沿导电环体 11 的轴向的磁场分量 A 在该第一子开缝 111 的倾斜方向上的子分量能够通过第一子开缝 111 馈入反应腔室内，同时沿导电环体 11 的周向的电场分量 B 在该第一子开缝 111 的倾斜方向上的子分量能够通过第一子开缝 111 馈入反应腔室内。

坡印廷矢量 (Poynting vector) 是指电磁场中的能流密度矢量，表示单位时间内通过垂直单位面积的能量，单位为瓦/(米)。假设空间中某一处的电场强度为 E，磁场强度为 H，则该处电磁场的能流密度为 $S=E \times H$ ，方向由 E 和 H 按右手螺旋定则确定。该处电磁场的能流密度的大小为 $|S| = |E| |H| \sin\theta$ ，其中， θ 为 E 和 H 的夹角。

基于上述原理，若如现有技术中将开缝沿导电环体 11 的轴向设置，则 $E \approx 0$ ，所以 $S \approx 0$ 。假设上述第一子开缝 111 与导电环体 11 的轴线之间形成的夹角 b 为 45° ，则 $\theta=45^\circ$ ，代入上述公式为： $|S| = |E| \cos 45^\circ \times |H| \sin 45^\circ \times \sin 45^\circ$ 。由此可知，通过上述第一子开缝 111 的能流密度大于通过现有技术中沿导电环体 11 的轴向设置的开缝的能流密度，因此，本发明增加了电磁场的总耦合效率，从而降低需要向射频线圈 13 加载的射频功率，即，即使加载较低的射频功率，也能够实现等离子体启辉，维持一定的处理速率，以及使用上电极单独启辉，以在基片介质层为 low-k 材料时，减少对该基片介质层的损伤。另外，加载较低的射频功率还可以避免法拉第屏蔽件的温度过高，从而减小了反应腔室颗粒污染的风险。

优选的，该第一子开缝 111 与导电环体 11 的轴线之间形成的夹角 b 为 45° ，这可以使通过第一子开缝 111 的长度最大，从而能流密度最大，进而最大程度地增加了电磁场的总耦合效率。

需要说明的是，在本实施例中，第一子开缝 111 呈直线状，但是本发明并不局限于此，在实际应用中，第一子开缝 111 还可以呈折线状或者弧线状等等，只要能够增加电磁场在导电环体 11 的圆周方向上的磁场分量的耦合效率，以达到增加该电磁场的总耦合效率的目的即可，例如，使导电环体 11 的轴线在导电环体 11 的展开图中的投影与第一子开缝 111 的延伸方向之间的夹角的绝对值大于 0 度且小于 90 度。所谓第一子开缝 111 的延伸方向，指的是在导电环体 11 的展开图中，第一子开缝 111 的下端与其上端之间的连线的方向。

作为本实施例的一个优选方案，所述开缝还可以包括第二子开缝，并且在导电环体 11 的展开图中，第二子开缝的延伸方向与第一子开缝 111 的延伸方向之间的夹角大于 0 度。也就是说，只要是延伸方向与第一子开缝 111 的延伸方向不同的子开缝就统称为第二子开缝。第二子开缝的数量可以一个或多个，并且多个第二子开缝的延伸方向可以相同，也可以彼此不同。

例如，如图 4C 所示，上述开缝在上述第一子开缝 111 的基础上，还增设了第二子开缝 112，该第二子开缝 112 沿导电环体 11 的轴向设置，且与第一子开缝 111 相互交叉，形成夹角 c 。在图 4C 所示的导电环体的展开图中，该开缝在导电环体 11 的轴向上的投影的长度为 L_a ，该开缝在导电环体 11 的周向上的投影的长度为 L_c ，从图 4C 中可以清晰地看出， L_a 和 L_c 均大于零。本实施例中，开缝包括第一子开缝 111 和第二子开缝 112，借助第二子开缝 112，可以进一步增加上述磁场分量 A 的耦合效率。

在本实施例中，第一子开缝 111 自导电环体 11 的上端面延伸至导电环体 11 的上端面而使导电环体 11 完全断开，以避免在导电环体 11 中产生涡流损耗和发热。而且，第二子开缝 112 未延伸至导电环体 11 的上端面和下端面而是位于两个端面之间，即，第二子开缝 112 未将导电环体 11 完全断开，从而保持导电环体 11 的整体式结构。

为了在不影响磁场耦合效率的前提下，尽可能地避免位于法拉第屏蔽件

内侧的零件（例如介质筒）在开缝处被腐蚀，该开缝的宽度 hw 的取值范围在 2~10mm，优选在 5-8mm。对应于前述关于开缝的宽度的定义，本实施例中，开缝的宽度 hw 指的是上述第一子开缝 111 和第二子开缝 112 的宽度，且第一子开缝 111 和第二子开缝 112 的宽度可以相同，也可以不同。

如图 4D 所示，为了避免位于法拉第屏蔽件内侧的零件（例如介质筒）在开缝处被腐蚀，还可以在开缝中填充介质材料 12，该介质材料 12 例如为陶瓷。电磁场可以透过该介质材料 12 馈入反应腔室。

需要说明的是，在本实施例中，第二子开缝 112 为一个，但是本发明并不局限于此，在实际应用中，如图 4E 所示，上述第二子开缝 112 还可以为多个，且多个第二子开缝 112 沿第一子开缝 111 的延伸方向（倾斜方向）间隔分布。并且，在图 4E 所示的导电环体的展开图中，该开缝在导电环体 11 的轴向上的投影的长度为 La ，该开缝在导电环体 11 的周向上的投影的长度为 Lc ，从图 4E 中可以清晰地看出， La 和 Lc 均大于零。

还需要说明的是，在本实施例中，第二子开缝 112 与第一子开缝 111 相互交叉，但是，本发明并不局限于此，在实际应用中，第二子开缝 112 与第一子开缝 111 也可以相互分离。

还需要说明的是，在实际应用中，上述第一子开缝可以为一个或多个，且多个第一子开缝沿导电环体 11 的圆周方向间隔且均匀分布，以保证工艺均匀性。容易理解，第一子开缝和/或第二子开缝的数量越多，电磁场的总耦合效率越大。

请参阅图 5，本发明第二实施例提供的法拉第屏蔽件，其包括导电环体 21，在该导电环体 21 上形成有开缝，该开缝包括两个沿导电环体 21 的周向延伸的第一子开缝 212，且两个第一子开缝 212 沿导电环体 21 的轴向间隔分布。并且，导电环体 21 的轴线在导电环体 21 的展开图中的投影与第一子开缝 212 的延伸方向之间的夹角为 90° ，从而使导电环体 21 的圆周方向上的电场分量 B 能够通过第一子开缝 212 馈入反应腔室内。

而且,上述开缝还包括沿导电环体 21 的轴向延伸的第二子开缝 211,该第二子开缝 211 与第一子开缝 212 相互交叉。由于第二子开缝 211 沿导电环体 21 的轴向延伸,其能够将导电环体 11 的轴向上的磁场分量 A 馈入反应腔室内。

从图 5 所示的导电环体的展开图中可以清晰地看出,该开缝在导电环体 21 的轴向上的投影的长度为 L_a ,该开缝在导电环体 21 的周向上的投影的长度为 L_c ,且 L_a 和 L_c 均大于零。借助上述第一子开缝 212 和第二子开缝 211,可以分别将上述电场分量 B 和磁场分量 A 馈入反应腔室内,这与现有技术只能馈入磁场分量 A 相比,增加了该电磁场的总耦合效率,从而可以降低需要向射频线圈加载的射频功率,即,即使加载较低的射频功率,也能够实现等离子体启辉,维持一定的处理速率,以及使用上电极单独启辉,以在基片介质层为 low-k 材料时,减少对该基片介质层的损伤。另外,加载较低的射频功率还可以避免法拉第屏蔽件的温度过高,从而减小了反应腔室颗粒污染的风险。

在本实施例中,第二子开缝 211 自导电环体 11 的上端面延伸至导电环体 11 的上端面而导电环体 11 完全断开,以避免在导电环体 11 中产生涡流损耗和发热。而且,每个第一子开缝 212 未延伸至导电环体 11 的上端面和下端面而是位于两个端面之间,即,第一子开缝 212 在导电环体 21 的两个端面之间未完全断开导电环体 21,从而保持导电环体 11 的整体式结构。

在本实施例中,第一子开缝 212 为两个,但是,本发明并不局限于此,在实际应用中,第一子开缝 212 也可以为一个,或者三个以上,并且多个第一子开缝 212 与导电环体 21 的轴线之间形成的夹角可以相同,或者也可以不同。

请参阅图 6,本发明第三实施例提供的法拉第屏蔽件,其包括导电环体 41,且在导电环体 41 的圆周方向上划分有多个第一区域 411 和多个第二区域 412,且多个第一区域 411 和多个第二区域 412 相间设置,也就是说,第

一区域 411 的左侧和右侧为第二区域 412，第二区域 412 的左侧和右侧为第一区域 411。并且，在每个第一区域 411 内设置有沿导电环体 41 的周向延伸的第一子开缝 42，第一子开缝 42 为至少两个，且沿导电环体 41 的轴向（即，图 6 中示出的 Y 方向）间隔分布；在每个第二区域 412 内设置有沿导电环体 41 的轴向延伸的第二子开缝 43，且第二子开缝 43 为至少两个，且沿导电环体 41 的周向（即，图 6 中示出的 X 方向）间隔分布。并且，在图 6 所示的导电环体的展开图中，该开缝在导电环体 41 的轴向上的投影的长度为 L_a ，该开缝在导电环体 41 的周向上的投影的长度为 L_c ，从图 4E 中可以清晰地看出， L_a 和 L_c 均大于零。借助第一子开缝 42 和第二子开缝 43，同样可以实现分别将上述电场分量 B 和磁场分量 A 馈入反应腔室内，从而增加了该电磁场的总耦合效率，进而可以降低需要向射频线圈加载的射频功率。

为了保证工艺均匀性，优选的，多个第一区域 411 和多个第二区域 412 沿导电环体 41 的周向均匀分布。并且，对于每一个第一区域 411 而言，其中的第一子开缝 42 皆均匀分布；对于每一个第二区域 412 而言，其中的第二子开缝 43 皆均匀分布。

优选的，第一区域 411 在导电环体 41 的周向上的宽度为 50~200mm，以最大限度地降低涡流。所谓第一区域 411 在导电环体 41 的周向上的宽度，指的是在导电环体 41 的展开图中，第一区域 411 在导电环体 41 的周向上的宽度。

请一并参阅图 7A 和图 7B，本发明第四实施例提供的法拉第屏蔽件，其在上述第一至第三实施例的基础上作了改进。具体地，在前述第一至第三实施例中，对于每一开缝而言，该开缝在导电环体的内环壁上的开口在导电环体的外环壁上的投影与该开缝在导电环体的外环壁上的开口完全重合或部分重合，换言之，在导电环体的俯视图中，该开缝沿导电环体的厚度方向延伸；第四实施例中，在导电环体的俯视图中，该开缝被构造成曲折通道的形式。所谓曲折通道，指的是在导电环体的俯视图中，该开缝的延伸方向不

是与导电环体的厚度方向一致，而是与导电环体的厚度方向呈一定角度 t 。

具体地，在导电环体 31 上，且在开缝中设置有阻挡部，该阻挡部使开缝在导电环体 31 的外环壁与内环壁之间形成曲折通道 34。该曲折通道 34 的延伸方向为开缝的延伸方向，即，为直线 11 的延伸方向，导电环体 31 的厚度方向为直线 12 的延伸方向，二者之间的夹角为 t 。形成曲折通道 34，可以在不影响磁场耦合效率的前提下，进一步避免位于法拉第屏蔽件内侧的零件（例如介质筒）在开缝处被腐蚀。

在本实施例中，上述阻挡部为两个，分别为第一阻挡部 32 和第二阻挡部 33，二者分别设置在导电环体 31 的在开缝处的第一端面 311 和第二端面 312 上，第一端面 311 和第二端面 312 即为导电环体 31 被开缝断开、且彼此相对的两个断面。其中，第一阻挡部 32 自第一端面 311 朝向第二端面 312 延伸，且与第二端面 312 之间具有第一间隙 321。第一阻挡部 32 的延伸方向优选为导电环体 31 的周向。第二阻挡部 33 自第二端面 312 朝向第一端面 311 延伸，且与第一端面 311 之间具有第二间隙 331。第一阻挡部 32 和第二阻挡部 33 之间在导电环体 31 的径向上具有第三间隙 341。第一间隙 321、第二间隙 331 和第三间隙 341 构成上述曲折通道 34。

在实际应用中，上述阻挡部还可以采用其他任意结构，只要能够满足下述设计要求即可：即，能够在导电环体 31 的径向上形成迷宫式的曲折通道，以避免位于法拉第屏蔽件内侧的零件因存在该开缝而被腐蚀。

下面结合图 8A 至图 8G 详细说明开缝被构造成何种曲折通道的图形时可以阻止导电环体内侧的粒子直接穿过该开缝到达导电环体外侧。

请参阅图 8A 至图 8C，在导电环体 11 的俯视图的局部放大图中，即，在利用垂直于导电环体 11 轴线的平面对第一子开缝 111 所在区域进行剖切所得的视图中，第一子开缝 111 呈弧线状，其中 S1 为第一子开缝 111 的外侧面的剖切线，S2 为第一子开缝 111 的内侧面的剖切线，L1 为连接第一子开缝 111 的右上角和右下角的直线，L2 为连接第一子开缝 111 的左上角和右

下角的直线，L3 为连接第一子开缝 111 的右上角和左下角的直线，L4 为连接第一子开缝 111 的左上角和左下角的直线。其中，L1 仅与 S2 的上、下两个端点（即，第一子开缝 111 的右上角和右下角）相交，且 L1 处于 S2 的右侧而不处于 S1 和 S2 之间；L2 除与 S1 的上端点和 S2 的下端点（即，第一子开缝 111 的左上角和右下角）相交外，还与 S2 中的 B 点相交；L3 除与 S1 的下端点和 S2 的上端点（即，第一子开缝 111 的右上角和左下角）相交外，还与 S2 中的 C 点相交；L4 与 S1 的上、下两个端点（即，第一子开缝 111 的左上角和左下角）相交。由于 L4 在除 S1 的上、下两个端点之外不再与 S1 和 S2 相切或者相交且处于 S1 和 S2 之间，即，在除第一子开缝 111 的左上角、左下角、右上角和右下角之外，L4 与导电环体 31 没有任何交点，这样，第一子开缝 111 中的 L4 和 S2 之间的区域便成为使导电环体 31 的内侧区域和外侧区域沿直线方向贯通的通道，使得导电环体 31 内侧的粒子可经由该通道直接到达导电环体 31 外侧，图 8C 中的点划线箭头即示出导电环体 31 内侧的粒子经由第一子开缝 111 直接到达导电环体 31 外侧的路径。由此可见，图 8A 至图 8C 所示第一子开缝 111，导电环体 11 内侧的等离子体可以直接穿过该第一子开缝 111，也就是说，当第一子开缝采用图 8A 至图 8C 所示的构造时，其不能阻挡等离子体自导电环体 11 的内侧穿过该第一子开缝 111 而到达导电环体 11 的外侧，从而导致位于法拉第屏蔽件内侧的零件（例如介质筒）在该第一子开缝 11 的位置处被腐蚀。

请参阅图 8D 和图 8E，在导电环体 11 的俯视图的局部放大图中，即，在利用垂直于导电环体 11 轴线的平面对第一子开缝 111 所在区域进行剖切所得的视图中，第一子开缝 111 呈弧线状。在该实施例中，S1、S2、L1、L2、L3 和 L4 的意义与前述图 8A 至图 8C 所示实施例中的相应符号的意义相同，在此不再赘述。其中，L1 与 S2 的上、下两个端点（即，第一子开缝 111 的右上角和右下角）相交，且 L1 处于 S2 的右侧而不处于 S1 和 S2 之间；L2 除与 S1 的上端点和 S2 的下端点（即，第一子开缝 111 的左上角和右下

角)相交外,还与 S2 中的 B 点相交;L3 除与 S1 的下端点和 S2 的上端点(即,第一子开缝 111 的右上角和左下角)相交外,还与 S2 中的 C 点相交;L4 除与 S1 的上、下两个端点(即,第一子开缝 111 的左上角和左下角)相交外,还与 S2 中的 D1 和 D2 点相交。在 L1、L2、L3 和 L4 中,没有一条直线满足这样的条件:即,在除第一子开缝 111 的左上角和左下角之外不与 S1 和 S2 相切或者相交,且处于 S1 和 S2 之间(也就是说,在 L1、L2、L3 和 L4 中,没有一条直线在除第一子开缝 111 的左上角、左下角、右上角和右下角之外还存在与导电环体 31 相交的点)。这样,当第一子开缝采用图 8D 和图 8E 所示的构造时,其不存在能够使导电环体 31 的内侧区域和外侧区域沿直线方向贯通的通道(或者路径),使得导电环体 31 内侧的粒子能够经由该通道(或者路径)而直接到达导电环体 31 外侧。

请参阅图 8F 和图 8G,在导电环体 11 的俯视图的局部放大图中,即,在利用垂直于导电环体 11 轴线的平面对第一子开缝 111 所在区域进行剖切所得的视图中,第一子开缝 111 呈折线状。在该实施例中,S1、S2、L1、L2、L3 和 L4 的意义与前述图 8A 至图 8C 所示实施例中的相应符号的意义相同,在此不再赘述。其中,L1 除与 S1 的上、下两个端点(即,第一子开缝 111 的右上角和右下角)相交外,还与 S1 中的 A1 点及 S2 中的 A2 和 A3 点相交;L2 除与 S1 的下端点和 S2 的上端点(即,第一子开缝 111 的左上角和右下角)相交外,还与 S1 中的 B1 和 B2 点及 S2 中的 B3 和 B4 点相交;L3 除与 S1 的上端点和 S2 的下端点(即,第一子开缝 111 的右上角和左下角)相交外,还与 S1 中的 C1 点及 S2 中的 C2 相交;L4 除与 S2 的上、下两个端点(即,第一子开缝 111 的左上角和左下角)相交外,还与 S1 中的 D1 点和 D2 点及 S2 中的 D3 点相交。在 L1、L2、L3 和 L4 中,没有一条直线满足这样的条件:即,在除第一子开缝 111 的左上角和左下角之外不与 S1 和 S2 相切或者相交,且处于 S1 和 S2 之间(也就是说,在 L1、L2、L3 和 L4 中,没有一条直线在除第一子开缝 111 的左上角、左下角、右上角和

右下角之外还存在与导电环体 31 相交的点)。这样,当第一子开缝采用图 8F 和图 8G 所示的构造时,其不存在能够使导电环体 31 的内侧区域和外侧区域沿直线方向贯通的通道(或者路径),使得导电环体 31 内侧的粒子能够经由该通道(或者路径)而直接到达导电环体 31 外侧。

通过上面描述可以发现如下规律:在 L1、L2、L3 和 L4 中,只要有任何一条直线在除开缝的左上角、左下角、右上角和右下角之外的位置不与 S1 和 S2 相切或者相交且处于 S1 和 S2 之间,导电环体内侧的粒子就可以直接穿过该开缝到达导电环体外侧,也就是说,该开缝不能阻挡粒子自导电环体的内侧直接穿过该开缝而到达导电环体的外侧,从而导致位于法拉第屏蔽件内侧的零件(例如介质筒)在开缝处被腐蚀。优选地,将开缝构造成如下形式的曲折通道:即,在导电环体的俯视图中,L1、L2、L3 和 L4 中的每一条直线均不满足这样的条件:即,该直线在除开缝的左上角、左下角、右上角和右下角之外的位置不与 S1 和 S2 相切或者相交,且处于 S1 和 S2 之间。

综上所述,本发明上述各个实施例提供的法拉第屏蔽件,其包括导电环体,且在该导电环体上形成有开缝,在该导电环体的展开图中,该开缝在导电环体的轴向上的投影的长度大于零,以及该开缝在导电环体的周向上的投影的长度大于零,用以通过增加电磁场在导电环体的圆周方向上的磁场分量的耦合效率,来增加该电磁场的总耦合效率,从而可以降低需要向射频线圈加载的射频功率,即,即使加载较低的射频功率,也能够实现等离子体启辉,维持一定的处理速率,以及使用上电极单独启辉,以在基片介质层为 low-k 材料时,减少对该基片介质层的损伤。另外,加载较低的射频功率还可以避免法拉第屏蔽件的温度过高,从而减小了反应腔室颗粒污染的风险。

作为另一个技术方案,如图 9 所示,本发明实施例还提供一种反应腔室 201,在该反应腔室 201 的侧壁 202 中设置有介质筒 203。在介质筒 203 的外侧环绕设置有射频线圈 204,其通过上匹配器 207 与上射频电源 206 电连接,上射频电源 206 用于向射频线圈 204 加载射频功率,由射频线圈 204 产

生的电磁场能够通过介质筒 203 馈入至反应腔室 201 中，以激发反应腔室 201 中的工艺气体形成等离子体。并且，在反应腔室 201 中还设置有基座 9，其通过下匹配器 209 和下射频电源 208 电连接，下射频电源 208 用于向基座 9 加载射频负偏压，以吸引等离子体刻蚀衬底表面。此外，在介质筒 203 的内侧环绕设置有法拉第屏蔽件 210，用于保护介质筒 203 不被等离子体刻蚀，同时避免自衬底表面溅射出来的残留物附着在介质筒 203 的内壁上，从而可以提高介质筒 203 的能量耦合效率，减少反应腔室 201 内的颗粒污染。该法拉第屏蔽件 210 可以接地，或者也可以电位悬浮。

上述法拉第屏蔽件 201 采用本发明上述各个实施例提供的法拉第屏蔽件。

如图 9 所示，在本实施例中，射频线圈 204 为圆柱立体式螺旋线圈，形成圆柱立体式螺旋线圈的缠绕线的截面（本发明所述实施例中，该截面为垂直于该缠绕线的轴线的截面）为圆形。但是，本发明并不局限于此，缠绕线还可以采用其他横截面形状，优选的，如图 10 所示，射频线圈 204' 的缠绕线的截面的形状为矩形，且该缠绕线缠绕形成的射频线圈 204' 沿图中所示的上下延伸形成圆柱立体式螺旋线圈。并且，该缠绕线的宽度 W （即，单匝缠绕线在竖直方向上高度）大于横截面为图 9 所示的截面为圆形的缠绕线的直径，从而可以使截面形状为矩形的缠绕线的截面面积大于截面形状为圆形的缠绕线的截面面积。

圆柱立体式螺旋线圈与法拉第屏蔽件之间的寄生电容的大小与该圆柱立体式螺旋线圈的横截面积成正比。而且，该寄生电容越小，则容性耦合越弱，从而馈入到的反应腔室中的电场强度越弱；反之，寄生电容越大，则容性耦合越强，从而馈入到的反应腔室中的电场强度越强，从而使电场强度足够实现等离子体电场启辉。基于该理论，通过将射频线圈 204' 采用缠绕线为矩形的圆柱立体式螺旋线圈，且使截面形状为矩形的缠绕线的截面面积大于截面形状为圆形的缠绕线的截面面积，可以增加上述寄生电容，从而可以增

强容性耦合，进而可以增强馈入到的反应腔室内的电场强度。

优选的，截面形状为矩形的缠绕线所形成的圆柱立体式螺旋线圈的任意相邻的两匝缠绕线之间的轴向间距 d 为 6-10mm，这可以防止相邻的两匝缠绕线之间因存在电位差而出现打火现象。

在实际应用中，截面形状为矩形的缠绕线所构成的圆柱立体式螺旋线圈在其径向上的厚度为 2-4mm。而且，截面形状为矩形的缠绕线所构成的圆柱立体式螺旋线圈的高度 h_c 不能超过介质筒 203 的高度，即，截面形状为矩形的缠绕线所构成的圆柱立体式螺旋线圈的上端低于介质筒 203 的上端，且其下端高于介质筒 203 的下端。

在实际应用中，上述反应腔室 201 可以为预清洗腔室。在这种情况下，向上述射频线圈 204 加载的射频功率的频率可以为 2MHz、13.56MHz 或者 60MHz 等等。或者，也可以加载脉冲形成的射频功率。向上述基座 9 加载的射频功率的频率可以为 400KHz、2MHz、13.56MHz 或者 60MHz 等等。或者，也可以加载脉冲形成的射频功率。或者，也可以不向上述基座 9 加载的射频功率。

本发明实施例提供的反应腔室，其通过采用本发明上述各个实施例提供的上述法拉第屏蔽件，可以降低需要向射频线圈加载的射频功率，从而即使加载较低的射频功率，也能够实现等离子体启辉，维持一定的处理速率，以及使用上电极单独启辉，以在基片介质层为 low-k 材料时，减少对该基片介质层的损伤。另外，加载较低的射频功率还可以避免法拉第屏蔽件的温度过高，从而减小了反应腔室颗粒污染的风险。

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，其特征在于，在所述导电环体的展开图中，所述开缝在所述导电环体的轴向上的投影的长度大于零，以及所述开缝在所述导电环体的周向上的投影的长度大于零。

2. 根据权利要求 1 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述开缝包括第一子开缝，且所述导电环体的轴线在所述导电环体的展开图中的投影与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角的绝对值大于 0 度且小于 90 度。

3. 根据权利要求 2 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述导电环体的轴线在所述导电环体的展开图中的投影与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角为 45° 。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述第一子开缝自所述导电环体的上端面延伸至所述导电环体的下端面，使得所述导电环体在其周向上完全断开。

5. 根据权利要求 4 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述开缝还包括第二子开缝，在所述导电环体的展开图中，所述第二子开缝的延伸方向与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角大于 0 度。

6. 根据权利要求 1 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述开缝包括第一子开缝和第二子开缝，在所述导电环体的展开图中，所述导电环体的轴线的投影与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角等于 90 度；所述第二子开缝的延伸方向与所述第一子开缝的延伸方向之间的夹角大于 0 度。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述第二子开缝自所述导电环体的上端面延伸至所述导电环体的下端面，使得所述导电环体在其周向上完全断开，或者

所述第二子开缝处于所述导电环体的上端面和下端面之间而未到达所述导电环体的上端面和下端面。

8. 根据权利要求 7 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述第二子开缝与所述第一子开缝相互交叉。

9. 根据权利要求 8 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述第二子开缝为一个或多个，在所述第二子开缝为多个的情况下，所述多个第二子开缝沿所述第一子开缝的延伸方向间隔分布。

10. 根据权利要求 9 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述第一子开缝为多个，所述多个第一子开缝沿所述导电环体的周向均匀分布。

11. 根据权利要求 6 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述导电环体在其周向上被划分为 N 个第一区域和 M 个第二区域，且所述第一区域和所述第二区域相间设置，其中，N 和 M 均为大于或等于 1 的整数；

在每个所述第一区域内设置有至少两个第一子开缝，且所述至少两个第一子开缝沿所述导电环体的轴向间隔分布；

在每个所述第二区域内设置有至少两个第二子开缝，且所述至少两个第二子开缝沿所述导电环体的周向间隔分布。

12. 根据权利要求 11 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，多个所述第一区域和多个所述第二区域沿所述导电环体的周向均匀分布；

对于每一个所述第一区域而言,其中的所述至少两个第一子开缝均匀分布;对于每一个所述第二区域而言,其中的所述至少两个第二子开缝均匀分布。

13. 根据权利要求 11 所述的法拉第屏蔽件,其特征在于,所述第一区域在所述导电环体的周向上的宽度为 50~200mm。

14. 根据权利要求 1 所述的法拉第屏蔽件,其特征在于,在以垂直于所述导电环体的轴线的平面对所述开缝进行剖切所得到的剖切面上,所述开缝被呈现为曲折通道。

15. 根据权利要求 14 所述的法拉第屏蔽件,其特征在于,所述开缝呈现为这种形式的曲折通道,即, L1、L2、L3 和 L4 中的每一条直线均不满足如下条件:即,该直线在除所述开缝的左上角、左下角、右上角和右下角之外的位置不与 S1 和 S2 相切或者相交,且处于 S1 和 S2 之间;其中

S1 为所述开缝的外侧面的剖切线, S2 为所述开缝的内侧面的剖切线, L1 为连接所述开缝的右上角和右下角的直线, L2 为连接所述开缝的左上角和右下角的直线, L3 为连接所述开缝的右上角和左下角的直线, L4 为连接所述开缝的左上角和左下角的直线。

16. 根据权利要求 15 所述的法拉第屏蔽件,其特征在于,所述曲折通道通过在所述开缝中设置阻挡部而形成。

17. 根据权利要求 16 所述的法拉第屏蔽件,其特征在于,所述阻挡部为两个,分别为第一阻挡部和第二阻挡部,二者分别设置在所述导电环体的在所述开缝处的第一端面和第二端面上,其中

所述第一阻挡部自所述第一端面朝向所述第二端面延伸,且与所述第二

端面之间具有第一间隙；

所述第二阻挡部自所述第二端面朝向所述第一端面延伸，且与所述第一端面之间具有第二间隙；

所述第一阻挡部和第二阻挡部之间在所述导电环体的径向上具有第三间隙；

所述第一间隙、第二间隙和第三间隙构成所述曲折通道。

18. 根据权利要求 1 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，在所述开缝中填充有介质材料。

19. 根据权利要求 1 所述的法拉第屏蔽件，其特征在于，所述开缝的宽度的取值范围在 2~10mm。

20. 一种反应腔室，包括介质筒、法拉第屏蔽件和射频线圈，所述射频线圈环绕设置在所述介质筒的外侧；所述法拉第屏蔽件环绕设置在所述介质筒的内侧，其特征在于，所述法拉第屏蔽件采用权利要求 1-19 任意一项所述的法拉第屏蔽件。

21. 根据权利要求 20 所述的反应腔室，其特征在于，所述射频线圈采用缠绕线为矩形的圆柱立体式螺旋线圈。

22. 根据权利要求 21 所述的反应腔室，其特征在于，所述圆柱立体式螺旋线圈的任意相邻的两匝缠绕线之间的轴向间距为 6-10mm。

23. 根据权利要求 18 所述的反应腔室，其特征在于，所述反应腔室为预清洗腔室。

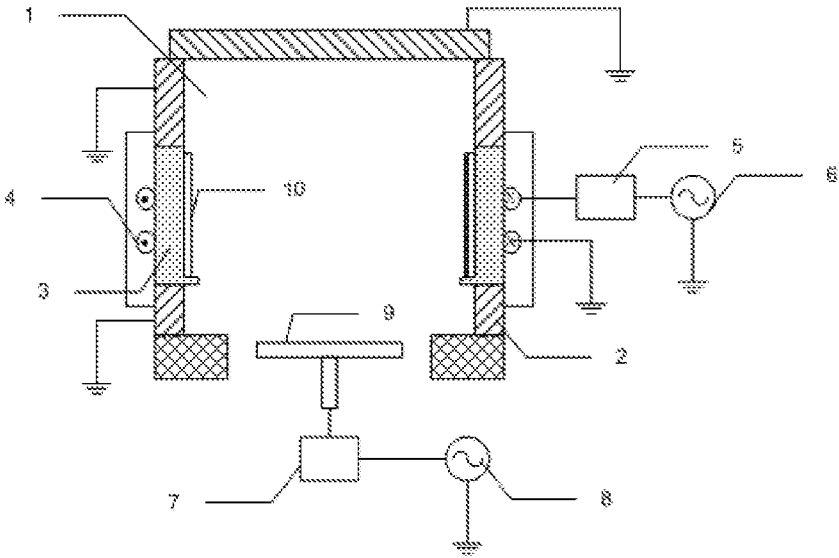


图 1

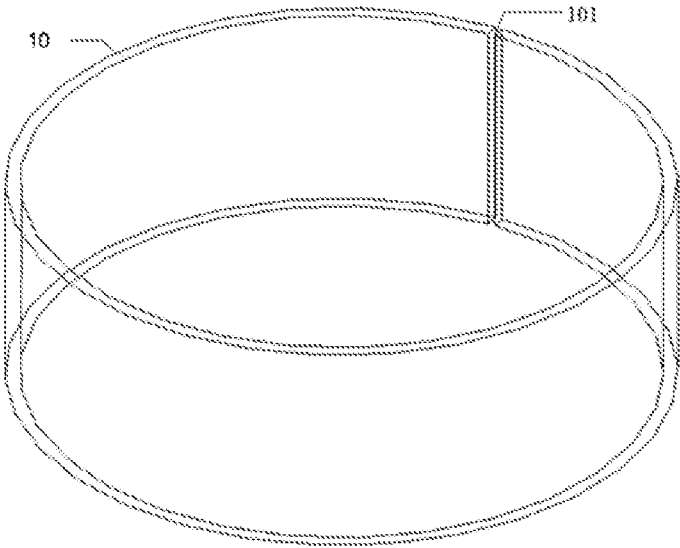


图 2

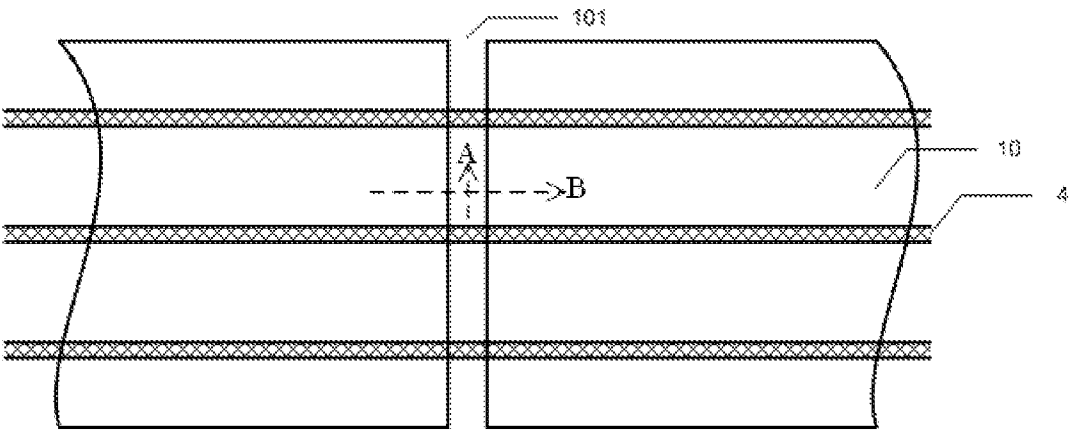


图 3

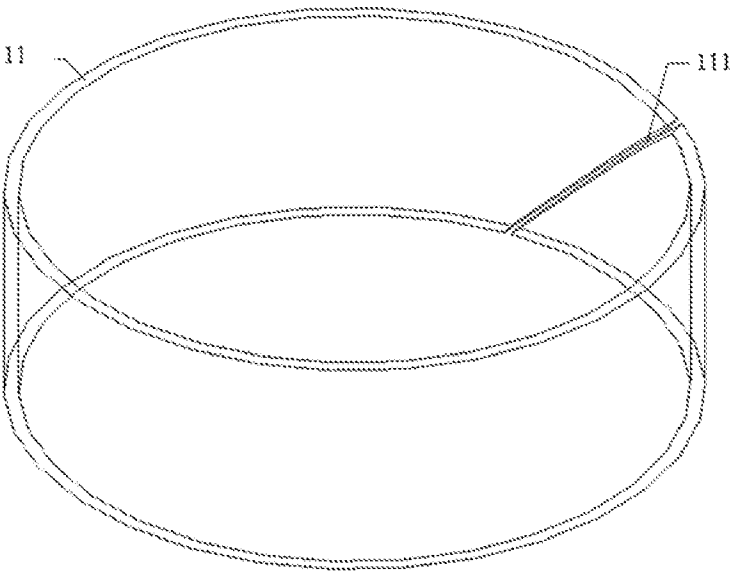


图 4A

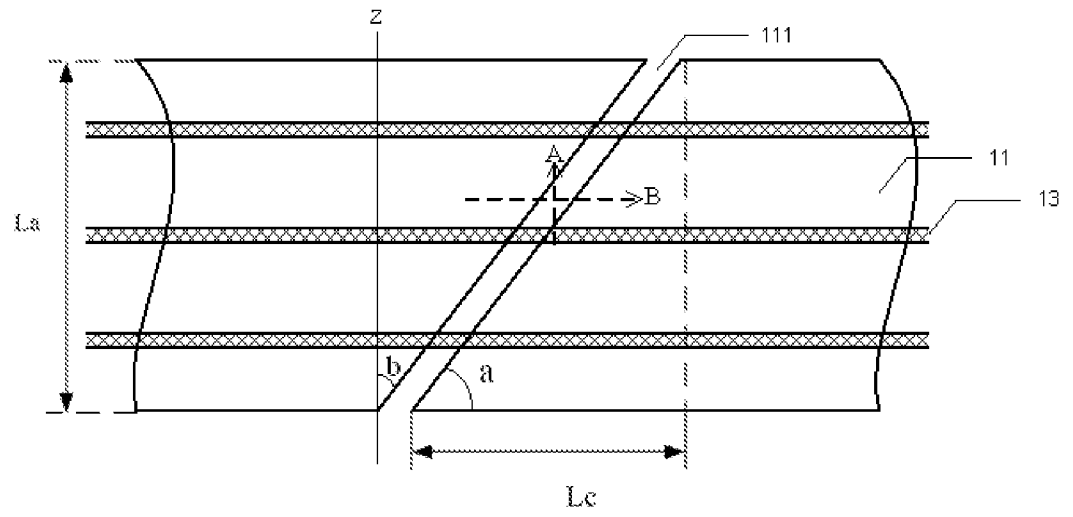


图 4B

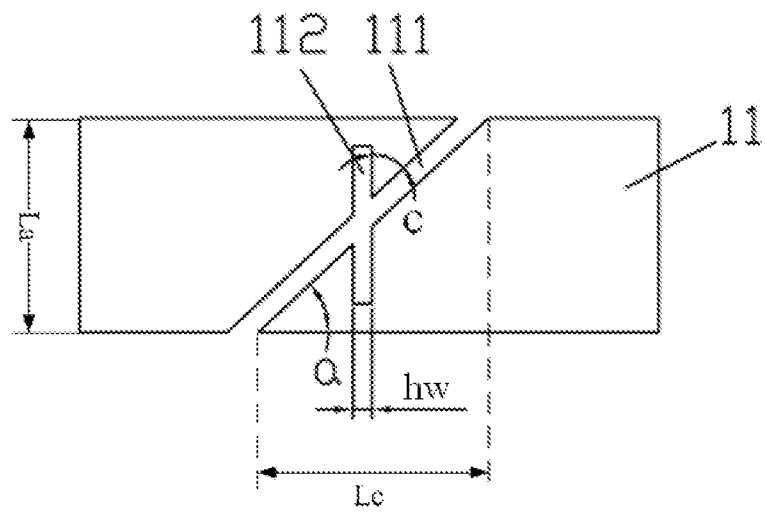


图 4C

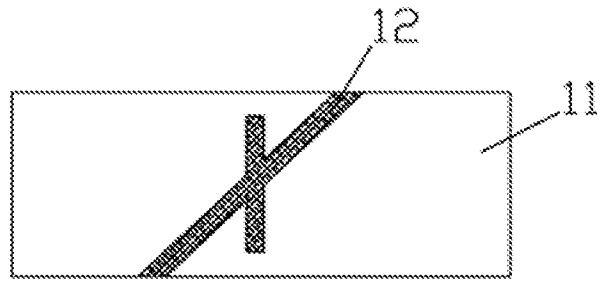


图 4D

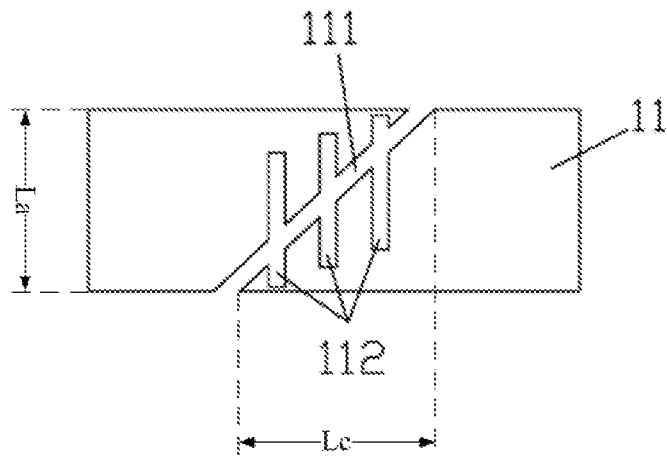


图 4E

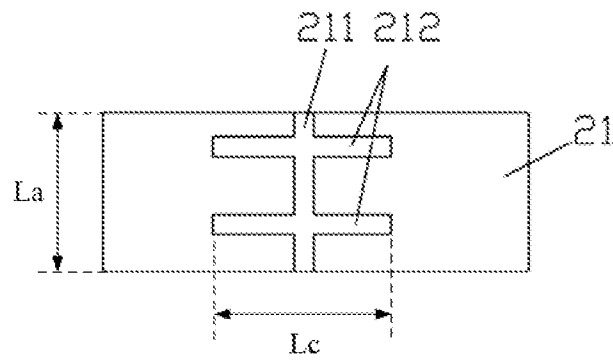


图 5

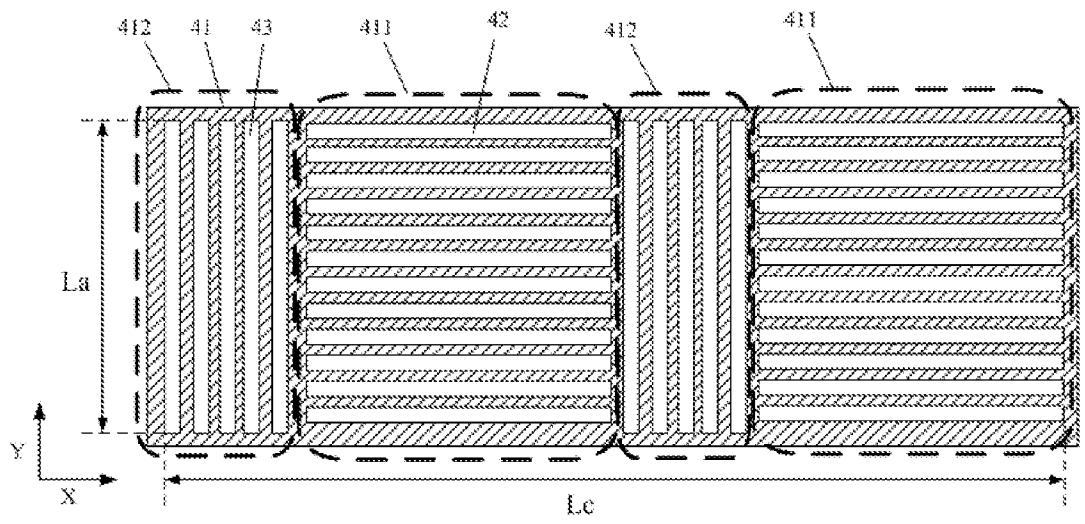


图 6

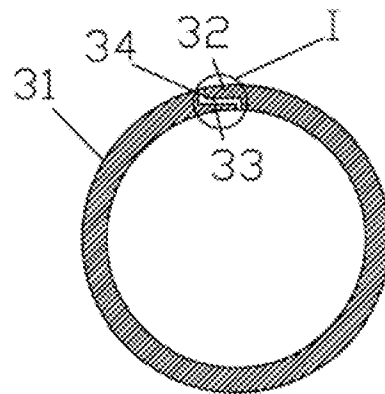


图 7A

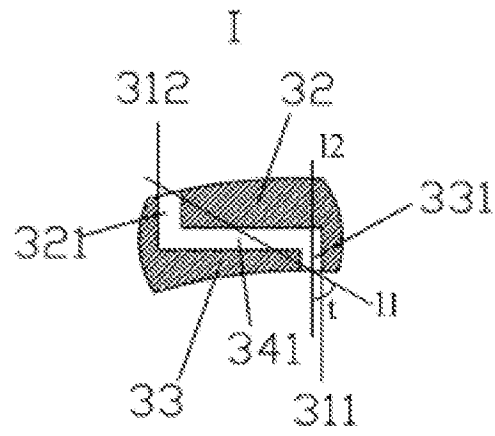


图 7B

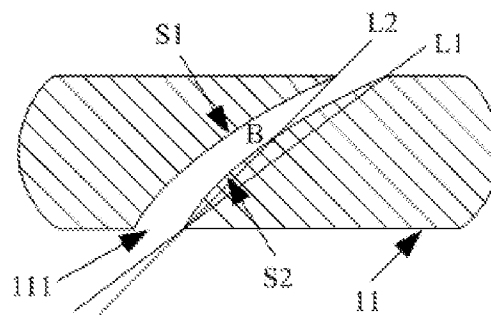


图 8A

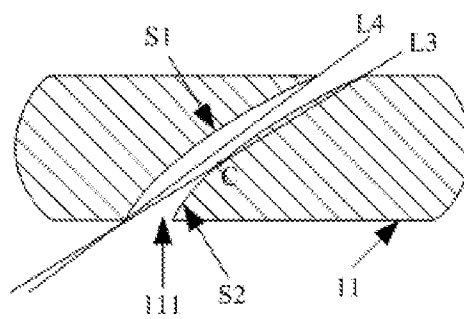


图 8B

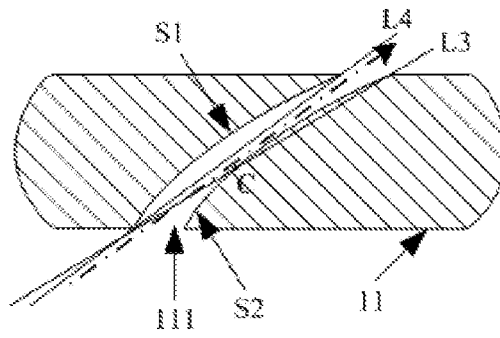


图 8C

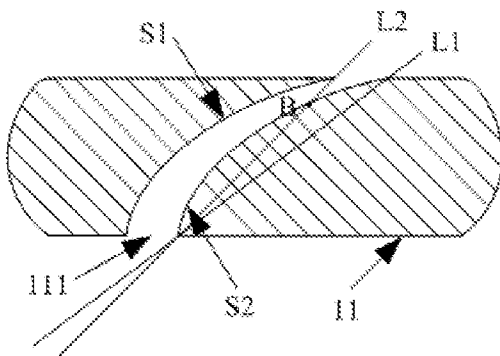


图 8D

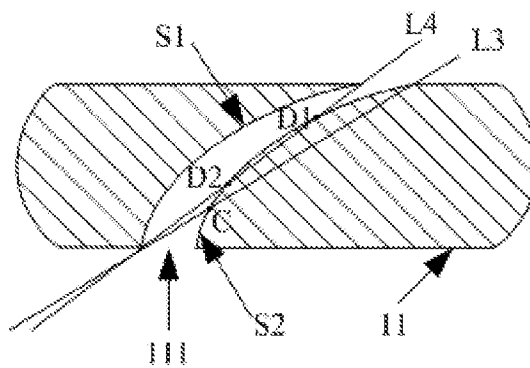


图 8E

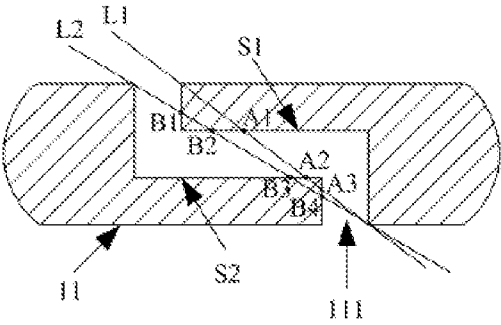


图 8F

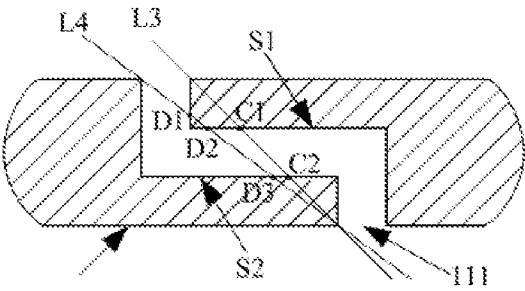


图 8G

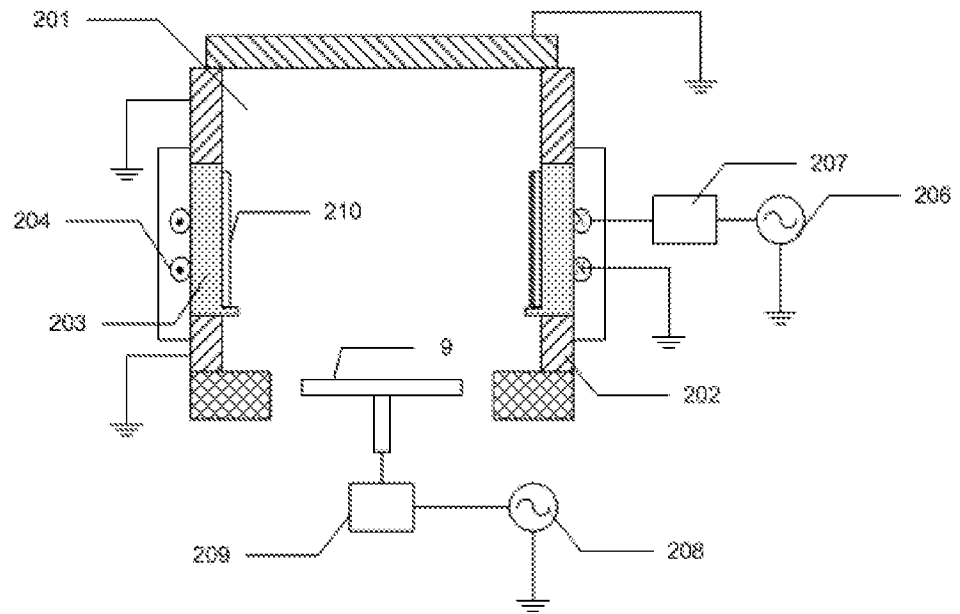


图 9

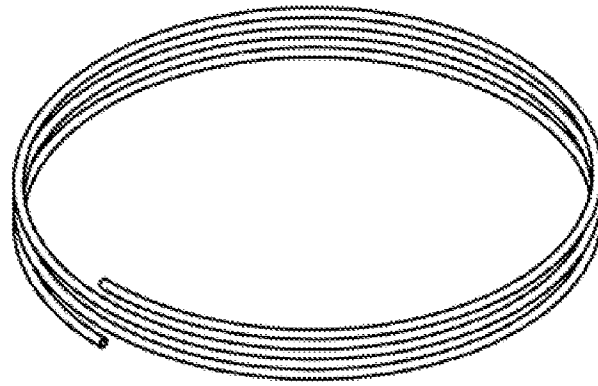


图 10

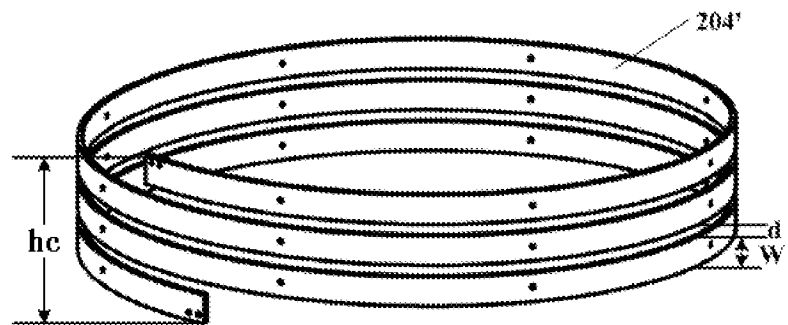


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/087510

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)

CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS, CNKI: 法拉第屏蔽, 等离子, 溅射, 电场, 耦合, 缝, 开口, faraday, shield, sputter, electric, field, coupl+, slot, opening

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0782172 A2 (APPLIED MATERIALS INC) 02 July 1997 (1997-07-02) description, column 5, paragraph 1 to column 11, paragraph 3, and figures 1-9	1-23
PX	CN 207183209 U (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 03 April 2018 (2018-04-03) claims 1-21, description, paragraphs [0055]-[0087], and figures 1-10	1-23
PX	CN 107301943 A (BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 27 October 2017 (2017-10-27) claims 1-21, description, paragraphs [0056]-[0087], and figures 1-10	1-23



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

17 July 2018

Date of mailing of the international search report

17 August 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/087510

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	0782172	A2	02 July 1997	EP 0782172 A3	08 October 1997
				US 5763851 A	09 June 1998
				KR 97030287 A	26 June 1997
CN	207183209	U	03 April 2018	None	
CN	107301943	A	27 October 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/087510

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)) CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS, CNKI: 法拉第屏蔽, 等离子, 溅射, 电场, 耦合, 缝, 开口, faraday, shield, sputter, electric, field, coupl+, slot, opening														
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>X</td> <td>EP 0782172 A2 (APPLIED MATERIALS INC) 1997年 7月 2日 (1997 - 07 - 02) 说明书第5栏第1段-第11栏第3段、附图1-9</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 207183209 U (北京北方华创微电子装备有限公司) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 权利要求1-21、说明书第[0055]-[0087]段、附图1-10</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 107301943 A (北京北方华创微电子装备有限公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 权利要求1-21、说明书第[0056]-[0087]段、附图1-10</td> <td>1-23</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	X	EP 0782172 A2 (APPLIED MATERIALS INC) 1997年 7月 2日 (1997 - 07 - 02) 说明书第5栏第1段-第11栏第3段、附图1-9	1-23	PX	CN 207183209 U (北京北方华创微电子装备有限公司) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 权利要求1-21、说明书第[0055]-[0087]段、附图1-10	1-23	PX	CN 107301943 A (北京北方华创微电子装备有限公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 权利要求1-21、说明书第[0056]-[0087]段、附图1-10	1-23
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
X	EP 0782172 A2 (APPLIED MATERIALS INC) 1997年 7月 2日 (1997 - 07 - 02) 说明书第5栏第1段-第11栏第3段、附图1-9	1-23												
PX	CN 207183209 U (北京北方华创微电子装备有限公司) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 权利要求1-21、说明书第[0055]-[0087]段、附图1-10	1-23												
PX	CN 107301943 A (北京北方华创微电子装备有限公司) 2017年 10月 27日 (2017 - 10 - 27) 权利要求1-21、说明书第[0056]-[0087]段、附图1-10	1-23												
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。														
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件														
国际检索实际完成的日期 2018年 7月 17日		国际检索报告邮寄日期 2018年 8月 17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 李莹 电话号码 62089296												

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/087510

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)
EP	0782172	A2	1997年 7月 2日	EP 0782172 A3	1997年 10月 8日
				US 5763851 A	1998年 6月 9日
				KR 97030287 A	1997年 6月 26日
CN	207183209	U	2018年 4月 3日	无	
CN	107301943	A	2017年 10月 27日	无	