

等离子体加工设备

技术领域

5 本发明涉及半导体加工技术领域，特别涉及一种等离子体加工设备。

背景技术

等离子体加工设备广泛用于当今的半导体集成电路、太阳能电池、平板显示器等制造工艺中。产业上已经广泛使用的等离子体加工设备有以下类型：

10 例如，直流放电型，电容耦合（CCP）型，电感耦合（ICP）型以及电子回旋共振（ECR）型。这些类型的等离子体加工设备目前被应用于物理气相沉积（PVD）、干法刻蚀以及化学气相沉积（CVD）等工艺过程中。

在 PVD 工艺过程中，磁控溅射技术是现今最广泛采用的技术。该技术是将高功率直流电源连接至靶（例如为金属或氧化物，典型的为 Cu、Ta 等），
15 通过直流电源产生的等离子体对靶进行轰击，从而将靶的材料沉积在待加工的晶片上形成膜层。此外，靶上方还设置有磁控管，以提高溅射效率。

在当前的先进工艺中，特别是集成电路的 PVD 工艺中，为了使得孔隙覆盖的正形性（Conformal）提高，采用电感线圈来加强等离子体密度，使下电极偏压（Bias）能够更有效地吸引离子沉积或刻蚀晶片，以满足工艺要求。

20 图 1 为目前一种 PVD 设备的结构示意图。如图所示，反应腔室可由侧壁 1 和底壁 2 两部分组成，靶 3 设置于反应腔室的顶部，磁控管 4 位于靶 3 的上面，第一射频电源 41 通过第一匹配器 42 与线圈 7 连接，第二射频电源 43 通过第二匹配器 44 与静电卡盘 8 连接。直流电源 6 将直流功率施加至靶 3 上，产生等离子体，并吸引等离子体中的离子轰击靶 3，使靶 3 的材料被溅
25 射后能够沉积在位于静电卡盘 8 的晶片（图 1 中未示出）上。再者，施加在静电卡盘 8 上的射频功率能够产生射频自偏压，可以吸引离子，以改善孔隙

填充效果。线圈 7 将第一射频电源 41 的射频功率加入反应腔室内，以进一步增加等离子体密度，提高靶的材料在晶片上的沉积覆盖效果。

然而问题在于，由于线圈 7 设置在反应腔室内部，而且线圈 7 具有很高的射频偏压，这将导致线圈 7 极易被等离子体溅射。为避免线圈被溅射引入杂质，需要使得线圈 7 与靶 3 的材料相同，因此影响了材料选择的灵活性并增加了设备成本。更为严重的是，该线圈 7 在反应腔室内，其表面会积累很多颗粒，容易对待加工的晶片造成污染，同时降低了靶的有效利用率。

发明内容

10 本发明提供一种等离子体加工设备，至少可以解决由于线圈表面在溅射过程中形成颗粒导致对晶片的污染的问题。

进一步可以解决靶利用率的问题，提高靶的有效利用率。

为解决上述问题，本发明提供一种等离子体加工设备，包括：腔体和所述腔体上的靶，所述靶定位在所述腔体上使得所述靶的表面与腔体内的处理
15 区域接触，

所述腔体包括叠加设置的绝缘子腔体和第一导电子腔体，所述第一导电子腔体位于绝缘子腔体下面，所述绝缘子腔体由绝缘材料制成，所述第一导电子腔体由金属材料制成；

所述绝缘子腔体内设有法拉第屏蔽件，所述法拉第屏蔽件由金属材料制成，或者由镀有导电涂层的绝缘材料制成，所述法拉第屏蔽件具有至少一个
20 开缝；

所述绝缘子腔体的外侧绕有电感线圈。

可选的，所述绝缘子腔体为中通圆柱。

可选的，所述法拉第屏蔽件为中通圆柱。

25 所述绝缘子腔体的下沿设置有朝向绝缘子腔体内侧的凸缘，该凸缘用于承载所述法拉第屏蔽件。

优选的，所述的等离子体加工设备还包括：第一遮挡部，该第一遮挡部设置于所述凸缘和法拉第屏蔽件的连接处，并向第一导电子腔体的方向悬空延伸。

5 优选的，所述的等离子体加工设备还包括：隔离部件，该隔离部件设置于所述靶和绝缘子腔体之间。

优选的，所述的等离子体加工设备还包括：第二遮挡部，设置于所述绝缘子腔体和隔离部件的连接处，并向绝缘子腔体的方向悬空延伸。

优选的，所述的等离子体加工设备还包括第二导电子腔体，设置于所述隔离部件和绝缘子腔体之间。

10 优选的，所述的等离子体加工设备还包括第三遮挡部，设置于所述第二导电子腔体和隔离部件的连接处，并悬空延伸至绝缘子腔体和第二导电子腔体的连接处。

优选的，所述的等离子体加工设备还包括：线圈保护罩，该线圈保护罩设置于所述电感线圈的外部。

15 优选的，所述的等离子体加工设备所述法拉第屏蔽件的开缝处填充有绝缘材料。

优选的，所述的等离子体加工设备所述等离子体加工设备为物理气相沉积装置。

20 上述技术方案具有以下优点：

本发明实施例中，法拉第屏蔽件起到法拉第屏蔽的作用，而电感线圈、绝缘子腔体和法拉第屏蔽件构成了电感线圈系统，由于法拉第屏蔽件的电感较小，相对于传统技术的金属腔体内的线圈（参见图 1）来说，在相同的输入功率下，法拉第屏蔽件上的电压会较低，于是，使得在法拉第屏蔽件内表面
25 面的射频偏压较低，可以有效阻止工艺过程中金属离子等粒子在法拉第屏蔽件上的沉积，而且电感线圈位于腔体的外侧，因此能够避免线圈被溅射形成

颗粒对晶片的污染，并防止靶材料的无用损耗，提高了靶的利用率。

而且，较低的偏压使得法拉第屏蔽件不会吸引离子轰击而成为损耗零件，从而可以提高设备的工作寿命，并降低成本。

5 附图说明

通过附图所示，本发明的上述及其它目的、特征和优势将更加清晰。在全部附图中相同的附图标记指示相同的部分。并未刻意按实际尺寸等比例缩放绘制附图，重点在于示出本发明的主旨。

图 1 为目前一种 PVD 设备的结构示意图；

10 图 2 为实施例一等离子体加工设备的结构示意图；

图 3 为图 2 沿绝缘子腔体直径方向的截面图；

图 4 为图 2 中法拉第桶的立体结构示意图；

图 5 为实施例二中等离子体加工设备的结构示意图；

图 6 为本发明另一实施例中等离子体加工设备的结构示意图。

15

具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

20 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施，因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

其次，本发明结合示意图进行详细描述，在详述本发明实施例时，为便于说明，表示装置结构的剖面图会不依一般比例作局部放大，而且所述示意图只是示例，其在此不应限制本发明保护的范围。此外，在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

为突出本发明的特点，附图中没有给出与本发明的发明点必然直接相关

的部分。

目前，等离子体加工设备中反应腔室的颗粒污染是影响工艺质量的重要原因之一，在设有电感线圈的 PVD 等离子体加工设备中，颗粒污染更为严重，发明人研究发现，设置在反应腔室内部电感线圈具有很高的射频偏压，这将
5 导致其极易被等离子体溅射，这是反应腔室内部污染颗粒的来源之一，为避免污染可以选择线圈与靶的材料相同，但却影响了材料选择的灵活性并增加设备成本。

基于上述缘由，本发明提供一种等离子体加工设备，将电感线圈设置在反应腔室的内部，并利用内置的法拉第屏蔽件降低射频偏压，有效阻止靶离子在法拉第屏蔽件内表面的沉积。以下结合附图详细说明本发明所述等离子
10 体加工设备的一个具体实施例。

实施例一

图 2 为本实施例中等离子体加工设备的结构示意图，如图所示，等离子体加工设备包括：腔体 20 和腔体 20 上的顶盖 25。

腔体 20 为圆柱体形状，包括叠加设置并且固定连接的绝缘子腔体 21、
15 第一导电子腔体 22 和绝缘子腔体 21 中通圆柱；第一导电子腔体 22 位于绝缘子腔体 21 下面，为具有底壁的圆柱形部件；顶盖 25 位于绝缘子腔体 21 的上面。顶盖 25、绝缘子腔体 21 和第一导电子腔体 22 组成了等离子体加工设备的反应腔室。

20 绝缘子腔体 21 为绝缘材料，优选为陶瓷或石英；第一导电子腔体 22 为金属材料，优选为不锈钢或者铝。其中，所述第一导电子腔体 22 接地。

顶盖 25 的整体可以作为金属靶，金属靶 25（即顶盖 25）上设置有磁控管 27，直流电源 28 将直流功率施加到金属靶。静电卡盘 29 设置在反应腔室的底部，与金属靶相对，用于放置待加工的晶片（图中未示出）。静电卡盘
25 29 中可以包括加热装置或冷却装置。顶盖 25 的中央或者边缘设置有进气口（图中未示出），用于向反应腔室中输入工艺气体，第一导电子腔体 22 的底

壁设置有排气口（图中未示出），可以位于静电卡盘的周围，用于将残余气体排出反应腔室。

绝缘子腔体 21 的外侧围绕有电感线圈 13，电感线圈 13 的匝数可以为 1 匝或 1 匝以上，电感线圈 13 通过第一匹配器 15 与第一射频电源 14 连接，将
5 第一射频电源 14 和第一匹配器 15 传送来的射频功率耦合至反应腔室内以产生等离子体。第一射频电源 14 的频率可以为 2MHz 或 13MHz。

优选的，电感线圈 13 的外部还设有线圈保护罩 18，用来防止电感线圈 13 的电磁场能量不会对外界造成辐射影响。

绝缘子腔体 21 内侧设有由金属材料制成的法拉第屏蔽件 10。该法拉第
10 屏蔽件的形状与绝缘子腔体 21 的形状相同，在本实施例中，法拉第屏蔽件 10 也为中通圆柱，具体称为法拉第桶，其半径比绝缘子腔体 21 的半径略小。法拉第桶 10 在反应腔室内的位置对应于绝缘子腔体 21 外侧的电感线圈 13 的位置。本发明的其他实施例中，所述法拉第屏蔽件 10 可以为其他形状。

绝缘子腔体 21 下沿（即靠近第一导电腔体 22 的位置）具有朝向绝缘
15 子腔体 21 内侧的凸缘 211，用于承载法拉第桶 10，所述法拉第桶 10 安装在凸缘 211 上。该凸缘 211 可以为连续的环形，也可以为多个突出部，沿着绝缘子腔体的内侧间隔分布，起到支撑法拉第桶 10 的作用。本发明的其他实施例中，也可以通过其他方式将法拉第桶 10 安装在绝缘子腔体的内侧，例如，利用螺栓连接的方式将法拉第桶固定在绝缘子腔体 21 内侧。

20 图 3 为图 2 沿绝缘子腔体直径方向的截面图，图 4 为图 2 中法拉第桶的立体结构示意图。如图所示，该法拉第桶 10 具有至少一个开缝 101，换言之，法拉第桶 10 为非连续金属桶，在开缝 101 的位置法拉第桶 10 完全断开，这种结构可以有效阻止涡流损耗和发热。优选的，所述开缝 101 沿着法拉第桶 10 的轴向设置。

25 本实施例中，法拉第桶 10 起到法拉第屏蔽的作用，而电感线圈 13、绝缘子腔体 21 和法拉第桶 10 构成了电感线圈系统，由于法拉第桶 10 的电感较

小, 相对于传统技术的金属腔体内的线圈 (参见图 1) 来说, 在相同的输入功率下, 法拉第桶 10 上的电压会较低, 于是, 使得在法拉第桶 10 内表面的射频偏压较低, 可以有效阻止工艺过程中金属离子等粒子在法拉第桶 10 上的沉积, 能够避免线圈被溅射形成颗粒对晶片的污染, 并防止靶材料的无用损耗, 5 提高了靶的利用率。

而且, 较低的偏压使得法拉第桶 10 不会吸引离子轰击而成为损耗零件, 从而可以提高设备的工作寿命, 并降低成本。其中, 第一导电腔体 22 作为射频和直流回路的接地端, 能够保证正常的等离子体起辉和维持。

优选的, 开缝 101 内填充有绝缘材料 30, 绝缘材料可以是陶瓷或者石英, 10 这样可以防止靶中被溅射出的金属离子沉积在法拉第桶外的绝缘子腔体 21 的内壁上, 避免金属离子沉积严重时造成法拉第桶 10 的开缝处短路。绝缘材料优选为陶瓷等, 其被安装在法拉第桶 10 的开缝处, 能够保证被溅射金属粒子的覆盖不会造成开缝的短路。

此外, 法拉第桶 10 不限于由金属材料制成, 还可以由表面镀有导电涂 15 层的绝缘材料制成。

在本发明的优选实施例中, 等离子体加工设备还包括: 第一遮挡部 31 和/或第二遮挡部 32。

如图 2 所示, 第一遮挡部 31 设置于凸缘 211 和法拉第桶 10 的连接处, 并向第一导电腔体 22 的方向悬空延伸, 该第一遮挡部 31 为圆环形, 其沿 20 半径方向的剖面为 “L” 型, 一端搭接于绝缘子腔体 21 的凸缘 211 上, 悬空的延伸部将绝缘子腔体 21 和第一导电腔体的 22 开缝处遮挡, 这样一来, 可以防止金属离子沉积在绝缘子腔体 21 和第一导电腔体 22 的开缝处而导致电性连接, 保证法拉第桶 10 在等离子体起辉时保持稳定的悬浮电位。

第二遮挡部 32 设置于绝缘子腔体 21 和隔离部件 26 的连接处, 并向绝 25 缘子腔体 21 的方向悬空延伸, 该第二遮挡部为圆环形, 其沿半径方向的剖面为 “L” 型, 其悬空的延伸部将绝缘子腔体 21 和隔离部件 26 的连接处遮挡,

显然，第二遮挡部 32 与第一遮挡部 31 的效果类似，可以防止金属离子沉积在绝缘子腔体 21 和隔离部件 26 的开缝处而导致电性连接，保证法拉第桶 10 在等离子体起辉时保持稳定的悬浮电位。

第一遮挡部 31 优选为陶瓷等材料，第二遮挡部 32 优选为铝等金属材料。

- 5 优选的，隔离部件 26 设置于第二遮挡部 32 和顶盖 25 之间，隔离部件 26 为绝缘材料，以保持顶盖 25 和第二遮挡部 32 之间的电性绝缘，使得第二遮挡部 32 具有独立的电位。

- 所述顶盖 25 和绝缘子腔体 21 之间还设置有隔离部件，更具体的，隔离部件 26 位于第二遮挡部 32 和顶盖 25 之间，从而将顶盖 25 与第二遮挡部 32 10 隔离绝缘，保证腔体内工艺气体能够正常起辉。

实际上，本发明的等离子体加工设备还可以包括第二导电子腔体，即由三个子腔体叠加而成，具体在以下实施例中说明。

实施例二

- 图 5 为实施例中等离子体加工设备的结构示意图。如图所示，等离子体 15 加工设备还包括第二导电子腔体 23，叠加设置于绝缘子腔体 21 的上方，第二导电子腔体 23 为金属材料。也就是说，等离子体加工设备由叠加设置的绝缘子腔体 21、第一导电子腔体 22 和第二导电子腔体 23 组成；位于中间的第一导电子腔体 22 为陶瓷材料，而其上下的第二导电子腔体 23 和第一导电子腔体 22 为金属材料，第一导电子腔体 22 位于绝缘子腔体 21 下面，所述第一 20 导电子腔体 22 为具有底壁的圆柱形部件，第二导电子腔体 23 位于绝缘子腔体 21 上面，顶盖 25 位于第二导电子腔体 23 的上面，顶盖 25、绝缘子腔体 21、第一导电子腔体 22 和第二导电子腔体 23 共同组成了等离子体加工设备的反应腔室。

- 本实施例中，绝缘子腔体 21 和第二导电子腔体 23 均为半径基本相同的中空圆柱，其高度根据设计要求可以不同也可以相同。 25

优选的，等离子体加工设备还包括第三遮挡部 33，其设置于第二导电子

腔体 23 和隔离部件 26 的连接处,并悬空延伸至绝缘子腔体 21 和第二导电子腔体 23 的连接处,该第三遮挡部 33 为圆筒形,其沿半径方向的剖面也为“L”形,一端安装在隔离部件 26 和第二导电子腔体 23 的连接处,悬空的延伸部将绝缘子腔体 21 和第二导电子腔体 23 的连接处遮挡,这样可以防止金属离子
5 子的沉积。第三遮挡部 33 优选为铝等金属材料。

隔离部件 26 位于第二导电子腔体 23 和顶盖 25 之间,更具体的,隔离部件 26 位于第三遮挡部 33 和顶盖 25 之间,从而将顶盖 25 与第二导电子腔体 23 (以及第三遮挡部 33) 隔离绝缘,保证第二导电子腔体 23 具有独立的电位,腔体内工艺气体能够正常起辉。

10 电感线圈系统中的电感线圈、法拉第屏蔽件 10 的结构和位置均与实施例一相同,在此不再赘述。线圈保护罩 18 为金属材料,能够将第二导电子腔体 23 和第一导电子腔体 22 电性连接,并通过第一导电子腔体 22 接地,此外,第二导电子腔体 23 也可单独接地。

本实施例中的等离子体加工设备,在法拉第屏蔽件 10 的上面和下面同时
15 设有接地部件,即第一导电子腔体 22 和第二导电子腔体 23,以保证等离子体起辉和保持稳定。在法拉第屏蔽件 10 的上下均有遮挡部件,即第一遮挡部 31 和第三遮挡部 33,以保证法拉第屏蔽件 10 在等离子体起辉时保持稳定的悬浮电位。

其中,第一射频电源 14 和第一匹配器 15 传送来的射频功率耦合至腔室内
20 产生高密度等离子体。第一射频电源 14 的频率可以为 2MHz 或 13MHz。第二射频电源 16 通过第二匹配器 17 将射频功率耦合至静电卡盘 29 (晶片基座),以产生射频偏压。

本发明的另一实施例中,等离子体加工设备可以省略第二射频电源和第二匹配器,如图 6 所示,静电卡盘 29 直接接地,而第一导电子腔体 22 和
25 第二导电子腔体 23 均接地,该设备用于无须射频偏压的加工工艺中。

上述实施例均以设有电感线圈的 PVD 设备(例如磁控溅射设备)为例,

实际上，也可以为等离子体刻蚀设备或者等离子体化学气相沉积设备。

以上，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制。

虽然本发明已以较佳实施例披露如上，然而并非用以限定本发明。任何
5 熟悉本领域的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围情况下，都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案作出许多可能的变动和修饰，或修改为等同变化的等效实施例。因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰，均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

权 利 要 求 书

1、一种等离子体加工设备，包括：腔体和所述腔体上的靶，所述靶定位在所述腔体上使得所述靶的表面与腔体内的处理区域接触，其特征在于，

5 所述腔体包括叠加设置的绝缘子腔体和第一导电子腔体，所述第一导电子腔体位于绝缘子腔体下面，所述绝缘子腔体由绝缘材料制成，所述第一导电子腔体由金属材料制成；

所述绝缘子腔体内设有法拉第屏蔽件，所述法拉第屏蔽件由金属材料制成，或者由镀有导电涂层的绝缘材料制成，所述法拉第屏蔽件具有至少一个
10 开缝；

所述绝缘子腔体的外侧绕有电感线圈。

2、根据权利要求 1 所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述绝缘子腔体为中通圆柱。

15

3、根据权利要求 1 所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述法拉第屏蔽件为中通圆柱。

4、根据权利要求 1 所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述绝缘
20 子腔体的下沿设置有朝向绝缘子腔体内侧的凸缘，该凸缘用于承载所述法拉第屏蔽件。

5、根据权利要求 4 所述的等离子体加工设备，其特征在于，还包括：
第一遮挡部，该第一遮挡部设置于所述凸缘和法拉第屏蔽件的连接处，并向
25 第一导电子腔体的方向悬空延伸。

6、根据权利要求 5 所述的等离子体加工设备，其特征在于，还包括：

隔离部件，该隔离部件设置于所述靶和绝缘子腔体之间。

7、根据权利要求 6 所述的等离子体加工设备，其特征在于，还包括：
第二遮挡部，设置于所述绝缘子腔体和隔离部件的连接处，并向绝缘子腔体
5 的方向悬空延伸。

8、根据权利要求 6 所述的等离子体加工设备，其特征在于，还包括第
二导电子腔体，设置于所述隔离部件和绝缘子腔体之间。

10 9、根据权利要求 8 所述的等离子体加工设备，其特征在于，还包括第
三遮挡部，设置于所述第二导电子腔体和隔离部件的连接处，并悬空延伸至
绝缘子腔体和第二导电子腔体的连接处。

15 10、根据权利要求 1-9 任一所述的等离子体加工设备，其特征在于，还
包括：线圈保护罩，该线圈保护罩设置于所述电感线圈的外部。

11、根据权利要求 1-9 任一所述的等离子体加工设备，其特征在于，所
述法拉第屏蔽件的开缝处填充有绝缘材料。

20 12、根据权利要求 1 所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述等离
子体加工设备为物理气相沉积装置。