

一种半导体处理设备

5 技术领域

本发明涉及半导体制造技术领域，更具体的说，涉及一种包含射频系统的半导体处理设备。

背景技术

10 薄膜沉积技术用于制造微电子器件的薄膜，在基板衬底上形成沉积物，常见的薄膜沉积技术包括物理气相沉积、化学气相沉积等技术。随着半导体技术节点的不断发展，

在半导体领域中，薄膜沉积是一个至关重要的过程，它直接影响到半导体器件的性能和可靠性。薄膜沉积的工艺参数包括衬底温度、气体流量、压力、功率等，这些参数的选择和控制在直接影响到薄膜的质量和性能。然而，15 薄膜沉积的工艺参数之间存在着相互影响和制约的关系，因此需要对它们进行精细的控制和调节。

将半导体晶圆进行等离子体处理的半导体处理设备，如 PECVD（等离子体增强化学气相沉积）工艺，常被称作射频（RF）系统。这类系统包含了 RF 20 控制电路，其核心功能是向半导体处理设备的电极提供射频信号。这些信号在处理腔室中的特定处理区域产生电场。当反应气体在电场作用下离子化后，它将与待处理的晶圆发生反应，这些反应可能涉及到蚀刻或沉积等过程。

现有技术的半导体处理设备，例如 4.6GHZ 的 PECVD 射频系统，从喷淋 25 板导入射频。图 1 揭示了现有技术的一种半导体处理设备示意图，如图 1 所示的半导体处理设备 100 是一种用于进行半导体工艺处理的设备，至少包含反应腔室 101、喷淋板 102、加热盘 104、射频电源 105 以及加热盘射频电极 106 等主要组件。

反应腔室 101 是一个密封的腔室，能够为待处理基板 103 提供一个稳定的工艺环境。

喷淋板 102 位于反应腔室 101 内部，用于向待处理基板 103 提供反应气体。在设备运行过程中，反应气体通过喷淋板 102 喷洒在待处理基板上，使其与待处理基板 103 表面的物质发生化学反应，从而实现工艺处理的目的。

喷淋板 102 的设计还考虑了气体的流动和分布情况，以确保气体能够均匀地覆盖整个待处理基板 103 表面。

加热盘 104 是另一个重要的组件，位于喷淋板 102 下方，可以为待处理基板 103 提供适当的加热环境，使待处理基板 103 达到工艺所需温度。这种加热方式可以实现高效、均匀的热分布，并保证待处理基板 103 的热稳定性和可靠性。

为了增强工艺处理的效率和稳定性，半导体处理设备 100 还采用了射频电源 105 和加热盘射频电极 106 的设计。射频电源 105 通过射频匹配器将射频功率提供到喷淋板 102 上，并在喷淋板 102 和加热盘 104 之间形成电场。这个电场可以促进反应气体在待处理基板表面的化学反应，并控制反应速率和效果。

如图 1 所示的射频回路，射频电源 105 发出的射频信号，通过喷淋板 102、待处理基板 103、加热盘射频电极 106、反应腔室侧壁返回到射频电源 105。这个回路的组件共同构成了射频回路，使得射频功率能够在喷淋板 102 和加热盘 104 之间流动并发挥作用。

射频功率从喷淋板 102 导入，由于加热盘射频电极 106 与接地之间存在第一阻抗 Z1，反应腔室 101 的侧壁与地之间存在第二阻抗 Z2，受到第一阻抗 Z1 和第二阻抗 Z2 的影响，流经待处理基板 103 各处的电流并不一致，因此，待处理基板 103 的成膜质量受到影响。

发明内容

本发明的目的是提供一种半导体处理设备，解决现有技术的半导体处理设备射频系统对待处理基板的成膜质量问题。

为了实现上述目的，本发明提供了一种半导体处理设备，至少包括反应腔室、射频接收极、射频发射极：

所述射频接收极，设置在反应腔室内的上方；

所述射频发射极，设置在反应腔室内的下方，用于向反应腔室上方发射
5 射频功率信号。

在一实施例中，所述半导体处理设备还包括喷淋板，所述射频接收极，设置在喷淋板内。

在一实施例中，所述半导体处理设备还包括基板承载装置，所述射频发射极，设置在基板承载装置内。

10 在一实施例中，所述半导体处理设备还包括转接结构和匹配器结构：

所述转接结构，设置在基板承载装置下方，与基板承载装置相连接，内部设置有若干个滤波器，对输入的射频功率信号进行处理后发送至加热盘；

所述匹配器结构，与转接结构连接，包括匹配器与射频电源，向转接结构输入射频功率信号。

15 在一实施例中，所述半导体处理设备还包括射频连接结构，设置于基板承载装置底部，内部设置有射频电路；

所述射频电路，一端与发射极相连接，另一端与转接结构相连接。

在一实施例中，所述转接结构与射频连接结构之间通过连接器直接连接。

20 在一实施例中，所述基板承载装置内部，安装有加热单元，用于对加热盘进行加热；

所述射频连接结构，内部设置有加热电路，一端与加热单元连接，另一端与转接结构相连接。

25 在一实施例中，所述基板承载装置内部，安装有静电卡盘电极，以静电吸附方式将待处理基板进行固定；

所述射频连接结构，内部设置有静电卡盘电路，一端与静电卡盘电极相连接，另一端与转接结构相连接。

在一实施例中，所述转接结构与匹配器结构之间通过连接器直接连接。

在一实施例中，所述转接结构，内部设置有交流滤波器，一端与加热电路相连接，另一端与匹配器结构相连接；

所述匹配器结构，向交流滤波器提供交流电，经过交流滤波器滤波后传输至基板承载装置内部的加热单元，用于对基板承载装置进行加热。

5 在一实施例中，所述转接结构，内部设置有静电卡盘滤波器，一端与静电卡盘电路相连接，另一端与匹配器结构相连接；

所述匹配器结构，向静电卡盘滤波器提供直流电，经过静电卡盘滤波器处理后传输至基板承载装置内部的静电卡盘电极，用于吸附待处理基板。

10 在一实施例中，所述转接结构，内部设置有温控滤波器，一端与温控电路相连接，另一端与匹配器结构相连接；

所述温控电路，设置在射频连接结构内部，一端设置在基板承载装置内部，采集基板承载装置的温度信息，经过温控滤波器后传输至匹配器结构；

所述匹配器结构，根据所采集到的温度信息改变交流电输出功率以调节加热功率，实现对基板承载装置温度的反馈控制。

15 在一实施例中，所述匹配器结构还包括功率分配器，对于多路射频信号进行功率分配。

在一实施例中，所述转接结构还包括射频切换开关，对于多路射频信号进行切换。

20 本发明提出的半导体处理设备，通过将射频功率从反应腔室的加热盘底部导入，并采用连接器与匹配器直接相连的方式，实现了待处理基板沉积速率的显著提升，同时有效控制了流经待处理基板的电流一致性，提高了工艺均匀稳定性。

25 附图说明

本发明上述的以及其他的特征、性质和优势将通过下面结合附图和实施例的描述而变的更加明显，在附图中相同的附图标记始终表示相同的特征，其中：

图 1 揭示了现有技术的半导体处理设备的原理示意图；
图 2 揭示了根据本发明一实施例的半导体处理设备的局部结构示意图；
图 3 揭示了根据本发明一实施例的半导体处理设备的局部原理示意图；
图 4 揭示了现有技术与根据本发明一实施例的半导体处理设备的厚度曲
5 线示意图。

图中各附图标记的含义如下：

- 100 半导体处理设备；
- 101 反应腔室；
- 102 喷淋板；
- 103 待处理基板；
- 104 加热盘；
- 105 射频电源；
- 106 加热盘射频电极；
- 15 200 加热盘；
- 201 射频发射极；
- 202 加热单元；
- 203 静电卡盘电极；
- 210 射频连接结构；
- 20 211 射频电路；
- 212 加热电路；
- 213 静电卡盘电路；
- 214 温控电路；
- 300 转接结构；
- 25 301 交流滤波器；
- 302 温控滤波器；
- 303 静电卡盘滤波器；
- 400 匹配器结构。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体
5 实施例仅用以解释发明，并不用于限定发明。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或
10 示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的
实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任
的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

本发明提出的一种半导体处理设备，至少包括反应腔室、射频接收极、
射频发射极：

所述反应腔室，为待处理基板提供工艺环境；
15 所述射频接收极，设置在反应腔室内的上方；
所述射频发射极，设置在反应腔室内的下方，用于向反应腔室上方发射
射频功率信号。

更进一步的，还包括喷淋板，设置在反应腔室内的上方，用于向待处理
基板提供反应气体，所述射频接收极，设置在喷淋板内。

20 更进一步的，还包括基板承载装置，用于承载待处理基板，所述射频发
射极，设置在基板承载装置内。

更进一步的，还包括转接结构和匹配器结构：

所述转接结构，与匹配器结构相连接，内部设置有若干个滤波器，对匹
配器结构输入的射频信号进行处理后发送至基板承载装置；

25 所述匹配器结构，包括匹配器与射频电源，通过转接结构为基板承载装
置提供射频功率信号。

反应腔室、喷淋板的设计可以参照如图 1 所示的现有技术，这里不多赘
述。

图 2 揭示了根据本发明一实施例的半导体处理装置的局部结构图，如图 2 所示的实施例中，基板承载装置为加热盘 200，所述加热盘 200，内部设置射频发射极 201，与下方的转接结构 300 相连接；

所述转接结构 300，与匹配器结构 400 相连接，内部设置有若干个滤波器，对匹配器结构 400 输入的射频信号进行处理后发送至加热盘 200；

所述匹配器结构 400，包括匹配器与射频电源，通过转接结构 300 为加热盘 200 提供射频功率信号，将射频功率从加热盘 200 的底部导入，一方面可以显著提升待处理基板的沉积速率，另一方面可以更有效地控制流经待处理基板的电流一致性，提升工艺均匀稳定性。

图 3 揭示了根据本发明一实施例的半导体处理装置的局部原理示意图，如图 3 所示，所述加热盘 200 内部，安装有射频发射极 201，可以作为射频电极板。

所述加热盘 200 内部，安装有加热单元 202，可以对加热盘 200 进行加热。

在一些情况下，为了避免阻抗变化问题导致加热单元 202 不能正常工作，可以在加热盘下方设置多个加热单元 202。这样即使一个加热单元 202 出现问题，也不会影响整个系统的运行。

所述加热盘 200 内部，安装有静电卡盘电极 203，以静电吸附的方式将待处理基板进行固定。

ESC 静电卡盘，也称静电吸盘，现在已经广泛应用在等离子和真空环境下的半导体工艺过程中，比如刻蚀、化学气相沉淀、离子植入等，在晶圆加工过程中主要起到为晶圆背面提供支撑，以静电吸附的方式保证其固定。

本发明提出的半导体处理设备，还包括射频连接结构 210，设置于加热盘 200 底部；

在本实施例中，所述射频连接结构 210，内部设置有射频电路 211；

所述射频电路 211 一端与射频发射极 201 相连接，另一端与转接结构 300 相连接；

在本实施例中，所述射频连接结构 210，内部设置有加热电路 212；
所述加热电路 212 一端与加热单元 202 连接，另一端与转接结构 300 相连接；

在本实施例中，所述射频连接结构 210，内部设置有静电卡盘电路 213；
5 所述静电卡盘电路 213 一端与静电卡盘电极 203 相连接，另一端与转接结构 300 相连接。

在本实施例中，所述转接结构 300，内部设置有交流滤波器 301；
所述交流滤波器 301 一端与加热电路 212 相连接，另一端与匹配器结构 400 相连接；

10 所述匹配器结构 400，向交流滤波器 301 提供交流电，经过交流滤波器 301 滤波后传输至加热盘 200 内部的加热单元 202，用于对加热盘 200 进行加热。

在本实施例中，所述转接结构 300，内部设置有温控（TC）滤波器 302；
所述温控滤波器 302，一端与温控电路 214 相连接，另一端与匹配器结构 400 相连接；
15

所述温控电路 214，设置在射频连接结构 210 内部，一端连接在加热盘 200 内部，采集加热盘 200 的温度信息，经过温控滤波器 302 后传输至匹配器结构 400；

所述匹配器结构 400，根据所采集到的温度信息改变交流电输出功率以调节加热功率，实现对加热盘温度的反馈控制。
20

在本实施例中，所述转接结构 300，内部设置有静电卡盘滤波器 303；
所述静电卡盘（ESC）滤波器 303 一端与静电卡盘电路 213 相连接，另一端与匹配器结构 400 相连接；

所述匹配器结构 400，向静电卡盘滤波器 303 提供直流电，经过静电卡盘滤波器 303 处理后传输至加热盘 200 内部的静电卡盘电极 203，用于吸附待处理基板。
25

在一些实施例中，交流滤波器 301、温控（TC）滤波器 302、静电卡盘滤波器 303 结合在一起，这种设计可以方便用户对滤波器组的维护和更

换。在另一些实施例中，交流滤波器 301、温控（TC）滤波器 302、静电卡盘滤波器 303 是分立的部件，用户可以根据自己的需要对其进行使用或替换。这种设计更加灵活方便。

当射频电路 211 为多路时，匹配器结构 400 还包括功率分配器，对于多
5 路射频信号进行功率分配；

当射频电路 211 为多路时，转接结构 300 还包括射频切换开关，对于多路射频信号进行切换。

在本实施例中，所述匹配器结构 400，包括匹配器与射频电源：
所述匹配器，用于匹配射频回路的阻抗；

10 所述射频电源，用于提供射频功率信号，通过匹配器与转接结构 300，将射频功率提供到加热盘 200。

如图 3 所示，加热盘 200 通过转接结构 300 与匹配器结构 400 通过结构连接，避免了通过线缆连接，可以提升射频回路稳定性。

更具体的说，加热盘 200 底部的射频连接结构 210，与转接结构 300，
15 通过连接器直接连接；

转接结构 300 与匹配器结构 400 之间通过连接器直接连接。

转接结构 300 中包括交流连接结构和射频连接结构，可以用于各种不同的应用。相应的连接器可以是硬质连接器。硬质连接器可包括铜材料或者其他类似导电材料，大致呈柱形，可以有效地保证信号的传输质量和稳定性。
20

通过加热盘 200 底部的射频连接结构 210，与转接结构 300 连接，转接结构 300 内的交流滤波器等可随着加热盘 200 一起升降运动，避免了由于相对运动而导致的阻抗的变化。

出于简化说明的目的，图 2 和图 3 仅示出了半导体处理设备中的部分结构，本领域技术人员应了解半导体处理设备还可包含未示出的其他组件。而且，图 2 和图 3 中示出的各结构的特定大小、形状、位置等仅是为了说明的目的，并不具有限定意义。
25

图 4 揭示了现有技术与根据本发明一实施例的半导体处理设备的厚度曲

线示意图，如图 4 左侧曲线为现有技术的半导体处理设备的待处理基板的薄膜厚度曲线，射频信号从喷淋板输入，第一面（side1）基板薄膜厚度为 1041 ± 17 （Å，埃），第二面（side2）基板薄膜厚度为 1180 ± 3 （Å，埃），如图 4 右侧曲线为根据本发明一实施例的半导体处理设备的待处理基板的薄膜厚度曲线，射频信号从加热盘输入，第一面（side1）基板薄膜厚度为 1455 ± 3 （Å，埃），第二面（side2）基板薄膜厚度为 1563 ± 1 （Å，埃），相较于现有技术，本发明提出的半导体处理设备，薄膜厚度更为均匀，质量稳定性更高。

本发明提出的半导体处理设备，通过将射频功率从反应腔室的加热盘底部导入，并采用连接器与匹配器直接相连的方式，实现了待处理基板沉积速率的显著提升，同时有效控制了流经待处理基板的电流一致性，提高了工艺均匀稳定性。这一设备可广泛应用于 3D 半导体处理工艺、原子层沉积工艺、等离子体增强型化学气相沉积工艺或其他类似工艺中。例如，本发明的设备可以应用于多种应用频率的射频系统的等离子体气相沉积设备中，展现出优异的性能和可靠性。

如本申请和权利要求书所示，除非上下文明确提示例外情形，“一”、“一个”、“一种”和/或“该”等词并非特指单数，也可包括复数。一般说来，术语“包括”与“包含”仅提示包括已明确标识的步骤和元素，而这些步骤和元素不构成一个排它性的罗列，方法或者设备也可能包含其他的步骤或元素。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触，也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且，第一

特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

5 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连同。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

10 上述实施例是提供给熟悉本领域内的人员来实现或使用本发明的，熟悉本领域的人员可在不脱离本发明的发明思想的情况下，对上述实施例做出种种修改或变化，因而本发明的保护范围并不被上述实施例所限，而应该是符合权利要求书提到的创新性特征的最大范围。

权 利 要 求 书

1.一种半导体处理设备，其特征在于，至少包括反应腔室、射频接收极、
射频发射极：

- 5 所述射频接收极，设置在反应腔室内的上方；
 所述射频发射极，设置在反应腔室内的下方，用于向反应腔室上方发射
 射频功率信号。

- 2.根据权利要求1所述的半导体处理设备，其特征在于，还包括喷淋板，
10 所述射频接收极，设置在喷淋板内。

 3.根据权利要求1所述的半导体处理设备，其特征在于，还包括基板承载
装置，所述射频发射极，设置在基板承载装置内。

- 15 4.根据权利要求3所述的半导体处理设备，其特征在于，还包括转接结构
和匹配器结构：

 所述转接结构，设置在基板承载装置下方，与基板承载装置相连接，内
部设置有若干个滤波器，对输入的射频功率信号进行处理后发送至加热盘；

- 所述匹配器结构，与转接结构连接，包括匹配器与射频电源，向转接结
20 构输入射频功率信号。

 5.根据权利要求4所述的半导体处理设备，其特征在于，还包括射频连接
结构，设置于基板承载装置底部，内部设置有射频电路；

- 所述射频电路，一端与发射发射极相连接，另一端与转接结构相连接。
25

 6.根据权利要求5所述的半导体处理设备，其特征在于，所述转接结构与
射频连接结构之间通过连接器直接连接。

7.根据权利要求 5 所述的半导体处理设备，其特征在于，所述基板承载装置内部，安装有加热单元，用于对加热盘进行加热；

所述射频连接结构，内部设置有加热电路，一端与加热单元连接，另一端与转接结构相连接。

5

8.根据权利要求 5 所述的半导体处理设备，其特征在于，所述基板承载装置内部，安装有静电卡盘电极，以静电吸附方式将待处理基板进行固定；

所述射频连接结构，内部设置有静电卡盘电路，一端与静电卡盘电极相连接，另一端与转接结构相连接。

10

9.根据权利要求 4 所述的半导体处理设备，其特征在于，所述转接结构与匹配器结构之间通过连接器直接连接。

10.根据权利要求 7 所述的半导体处理设备，其特征在于，所述转接结构，内部设置有交流滤波器，一端与加热电路相连接，另一端与匹配器结构相连接；

所述匹配器结构，向交流滤波器提供交流电，经过交流滤波器滤波后传输至基板承载装置内部的加热单元，用于对基板承载装置进行加热。

20 11.根据权利要求 8 所述的半导体处理设备，其特征在于，所述转接结构，内部设置有静电卡盘滤波器，一端与静电卡盘电路相连接，另一端与匹配器结构相连接；

所述匹配器结构，向静电卡盘滤波器提供直流电，经过静电卡盘滤波器处理后传输至基板承载装置内部的静电卡盘电极，用于吸附待处理基板。

25

12.根据权利要求 7 所述的半导体处理设备，其特征在于，所述转接结构，内部设置有温控滤波器，一端与温控电路相连接，另一端与匹配器结构相连接；

所述温控电路，设置在射频连接结构内部，一端设置在基板承载装置内部，采集基板承载装置的温度信息，经过温控滤波器后传输至匹配器结构；

所述匹配器结构，根据所采集到的温度信息改变交流电输出功率以调节加热功率，实现对基板承载装置温度的反馈控制。

5

13.根据权利要求4所述的半导体处理设备，其特征在于，所述匹配器结构还包括功率分配器，对于多路射频信号进行功率分配。

14.根据权利要求4所述的半导体处理设备，其特征在于，所述转接结构
10 还包括射频切换开关，对于多路射频信号进行切换。