

边缘进气装置、半导体工艺腔室及半导体工艺设备

技术领域

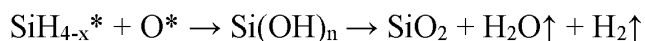
本申请涉及半导体制造领域，具体地，涉及一种边缘进气装置、半导体工艺腔室及半导体工艺设备。

背景技术

在集成电路芯片制造过程中的一个重要工艺是氧化硅的沉积，由于集成电路制造需要考虑热预算，一般采用适用于低温沉积的等离子体增强化学气相沉积（Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD）的方法来进行氧化硅的沉积。通常情况下，基于电容耦合等离子体（Capacitively Coupled Plasma, CCP）原理的 PECVD 可以满足上述沉积工艺的需求，但是，当氧化硅的沉积需要在一定深宽比的结构中进行时，基于 CCP 原理的 PECVD 就不能满足要求了，原因是沉积容易在具有深宽比结构的开口处产生封口效应，从而在该结构内部形成空洞（void）。

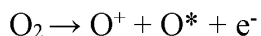
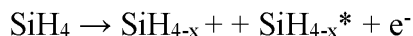
针对具有深宽比结构的氧化硅沉积，人们提出了很多解决方案，例如，基于电感耦合等离子体（Inductively Coupled Plasma, ICP）原理的高密度等离子体化学气相沉积（High Density Plasma Chemical Vapor Deposition, HDP CVD）、次常压化学气相沉积（Selected Area Chemical Vapor Deposition, SACVD）和可流动性化学气相沉积（Flame Chemical Vapor Deposition, FCVD）等。虽然 SACVD 和 FCVD 的填孔能力强于 HDP CVD，但其膜层质量相比于 HDP CVD 更差，因此，HDP CVD 仍然受到工业界的重视。

在氧化硅的等离子体沉积中，其成膜依赖于表面反应：



这是一个两步反应，先生成中间产物 $\text{Si}(\text{OH})_n$ ，然后在下电极功率辅助

产生的热效应和离子物理轰击下生成氧化硅。而 SiH_{4-x}^* 和 O^* 自由基的产生则基于如下的气相反应：



由于 SiH_4 和 O_2 在通入工艺腔室中时如果过早地混合，很容易发生化学反应从而带来颗粒问题，这就需要将 SiH_4 和 O_2 分别从工艺腔室的顶部和侧部通入工艺腔室，但是，通过目前的边缘进气装置将上述气体从工艺腔室的侧部通入工艺腔室时，存在通入工艺腔室中的气体分布不均匀的问题，从而导致工艺结果不均匀，尤其无法满足采用 HDP CVD 工艺对气体分布均匀性的要求。

发明内容

本申请旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种边缘进气装置、半导体工艺腔室及半导体工艺设备，其可以提高通入半导体工艺腔室中的气体分布均匀性，从而提高工艺均匀性。

为实现本申请的目的而提供一种边缘进气装置，用于半导体工艺腔室，包括：

旋转进气组件，呈环状，所述旋转进气组件能够围绕自身轴线旋转；

固定进气组件，呈环状，设置在所述旋转进气组件外侧，位于所述旋转进气组件的外周的第一对接面与位于所述固定进气组件的内周的第二对接面可相对旋转地对接，所述旋转进气组件中设置有第一进气通道，所述第一进气通道在所述第一对接面设置有第一进气口，且在沿所述旋转进气组件的内周设置有多个第一出气口；所述固定进气组件中设置有第二进气通道，所述第二进气通道在所述第二对接面设置有第二出气口，所述第一进气口与所述第二出气口相连通。

在一些实施例中，所述第一进气口呈环状，且沿所述旋转进气组件的外

周延伸设置。

在一些实施例中，所述第二出气口呈环状，且沿所述固定进气组件的内周延伸设置；或者，所述第二出气口包括沿所述固定进气组件的内周均匀分布的多个子出气口，多个所述子出气口均与所述第一进气口相连通。

在一些实施例中，所述边缘进气装置还包括：

动密封组件，设置于所述第一对接面与所述第二对接面的对接位置处，用于对所述对接位置处的间隙进行密封，同时保证所述旋转进气组件能够旋转。

在一些实施例中，所述动密封组件包括第一环形动密封部和第二环形动密封部，所述第一环形动密封部和第二环形动密封部分别位于所述对接位置的上侧和下侧，用于分别对所述对接位置的上侧间隙和下侧间隙进行密封，同时保证所述旋转进气组件能够旋转。

在一些实施例中，所述旋转进气组件和所述固定进气组件均采用导磁材料制作；

所述第一环形动密封部和第二环形动密封部的两端分别与所述固定进气组件和所述旋转进气组件之间具有环形间隙，所述第一环形动密封部的两端与所述第二环形动密封部的两端的磁极方向相反，所述环形间隙中填充有磁流体。

在一些实施例中，所述固定进气组件包括固定进气环，所述固定进气环用于穿设于所述半导体工艺腔室的侧壁，且所述固定进气环的一部分用于位于所述半导体工艺腔室的外部；所述第二进气通道在所述固定进气环的用于位于所述半导体工艺腔室外部的部分设置有第二进气口，用于与工艺气体的气源连接。

在一些实施例中，所述固定进气组件包括固定进气环和至少一条进气管路，所述固定进气环用于位于所述半导体工艺腔室的侧壁与所述旋转进气组

件之间；

所述第二进气通道具有至少一个第二进气口，各所述第二进气口与各所述进气管路的出气端一一对应地连接，各所述进气管路的进气端用于贯通所述半导体工艺腔室的侧壁，并延伸至所述半导体工艺腔室的外部，用于与气源连接。

在一些实施例中，所述旋转进气组件包括旋转进气环、用于驱动所述旋转进气环旋转的旋转驱动源和多个进气喷嘴；其中，多个所述进气喷嘴与所述旋转进气环连接，且沿所述旋转进气环的周向均匀分布；

所述旋转进气环中设置有第一子通道，各所述进气喷嘴中均设置有第二子通道，所述第一子通道与各所述第二子通道相连通，且共同构成所述第一进气通道，各所述第二子通道的出气口用作所述第一出气口。

在一些实施例中，各所述进气喷嘴与所述旋转进气环通过角度调节结构连接，所述角度调节结构用于调节所述进气喷嘴的出气方向。

作为另一个技术方案，本申请还提供一种半导体工艺腔室包括：

腔室本体，在所述腔室本体中设置用于承载晶圆的承载装置；

本申请提供的上述边缘进气装置，所述旋转进气组件环绕设置于所述腔室本体中的所述承载装置的外围，且位于所述承载装置上方；

旋转驱动源，用于驱动所述旋转进气组件旋转。

在一些实施例中，所述旋转驱动源包括旋转驱动件、传动结构和动密封件，其中，所述旋转驱动件位于所述腔室本体外，用于提供旋转动力；所述传动结构可旋转地穿设于所述腔室本体，且分别与所述旋转驱动件和所述旋转进气组件连接，用于在所述旋转驱动件的驱动下，带动所述旋转进气组件旋转；

所述动密封件用于对所述传动结构与所述腔室本体之间的间隙进行密封，同时保证所述传动结构能够旋转。

在一些实施例中，所述旋转驱动件设置于所述腔室本体的上方，所述传动结构包括第一连杆和多个第二连杆，所述第一连杆竖直设置，且所述第一连杆的一端贯穿所述腔室本体的顶部，并延伸至所述腔室本体的外部，与所述旋转驱动件的驱动轴连接，所述第一连杆的另一端与多个所述第二连杆的一端连接；多个所述第二连杆的另一端弯折延伸至所述腔室本体内部的边缘处，并与所述旋转进气组件在其周向上的不同位置连接。

在一些实施例中，所述半导体工艺腔室还包括中心进气装置，所述中心进气装置用于自所述腔室本体的顶部向所述腔室本体内部输送工艺气体。

在一些实施例中，所述半导体工艺腔室为化学气相沉积腔室；所述中心进气装置和所述边缘进气装置用于分别向所述半导体工艺腔室内部输送第一工艺气体和第二工艺气体，所述第一工艺气体和所述第二工艺气体形成的等离子体能够相互反应形成薄膜。

作为另一个技术方案，本申请还提供一种半导体工艺设备，包括本申请提供的上述半导体工艺腔室。

本申请具有以下有益效果：

本申请提供的边缘进气装置、半导体工艺腔室及半导体工艺设备的技术方案中，旋转进气组件呈环状，且能够围绕自身轴线旋转，并在旋转时向半导体工艺腔室内输出工艺气体。相关技术中边缘进气装置是固定不动的，由于在边缘进气装置的周向上相邻的两个出气口之间具有一定的距离，这导致从相邻两个出气口流出的工艺气体需要通过扩散才能到达相邻两个出气口之间的位置，而从各出气口流出的工艺气体可以更快地流动至各个出气口正对的位置，也就是说，在相同距离的条件下，从多个出气口流出的工艺气体到达正对出气口位置的速度与到达相邻两个出气口之间的位置的速度存在差异，从而导致流入半导体工艺腔室中的工艺气体在圆周方向上的分布不均匀，对此，本申请中的旋转进气组件通过旋转，可以使从各第一出气口流出的气

体无需扩散就能够均匀到达圆周上的任一位置，从而可以解决相关技术中从多个出气口流出的工艺气体到达正对出气口位置的速度与到达相邻两个出气口之间的位置的速度存在差异的问题，进而可以提高通入半导体工艺腔室中的气体分布均匀性，从而可以提高工艺均匀性，尤其可以满足采用 HDP CVD 工艺对气体分布均匀性的要求。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的半导体工艺设备的剖面图；

图 2 为本申请实施例采用的边缘进气装置的俯视图；

图 3 为本申请实施例采用的边缘进气装置的剖面示意图；

图 4 为边缘进气装置的第一出气口在固定和旋转两种状态下的气体流动对比图；

图 5 为本申请实施例采用的一种动密封组件的剖面图；

图 6 为本申请实施例采用的另一种动密封组件的剖面图。

具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本申请的技术方案，下面结合附图来对本申请提供的边缘进气装置、半导体工艺腔室及半导体工艺设备进行详细描述。

请参阅图 1，本申请实施例提供一种半导体工艺设备 100，该半导体工艺设备 100 例如为电感耦合等离子体（Inductively Coupled Plasma, ICP）设备，其例如包括半导体工艺腔室 1、上射频线圈 2、上射频源、下射频源和边缘进气装置 5，其中，半导体工艺腔室 1 包括腔室本体 13，该腔室本体 13 中设置用于承载晶圆的承载装置 3，该承载装置 3 例如为静电卡盘。承载装置 3 与下射频源（图中未示出）电连接，该下射频源包括下匹配器和下射频电源，该下射频电源通过下匹配器向承载装置 3 加载射频功率，用于吸引

等离子体向承载装置 3 移动。上射频线圈 2 与上射频源（图中未示出）电连接，该上射频源包括上匹配器和上射频电源，上射频电源通过上匹配器向上射频线圈 2 加载射频功率，用于激发腔室本体 13 内的工艺气体形成等离子体。

半导体工艺腔室 1 还包括边缘进气装置 5，该边缘进气装置 5 自腔室本体 13 内的边缘向腔室本体 13 内部输送工艺气体。在一些实施例中，半导体工艺腔室 1 还包括中心进气装置 4，该中心进气装置 4 用于自腔室本体 13 内的顶部向腔室本体 13 内部输送工艺气体。中心进气装置 4 例如包括设置于腔室本体 13 顶部的一个或多个喷嘴。半导体工艺腔室 1 底部还设置有真空泵 6，用于抽出半导体工艺腔室 1 中的气体。

对于化学气相沉积工艺，例如高密度等离子体化学气相沉积（High Density Plasma Chemical Vapor Deposition, HDP CVD）工艺，中心进气装置 4 和边缘进气装置 5 用于分别向腔室本体 13 内部输送第一工艺气体和第二工艺气体，第一工艺气体和第二工艺气体形成的等离子体能够相互反应形成薄膜。例如，针对具有深宽比结构的氧化硅沉积，第一工艺气体和第二工艺气体例如分别为 SiH_4 和 O_2 ，二者在下电极功率辅助产生的热效应和离子物理轰击下生成氧化硅。

由于 SiH_4 和 O_2 在通入腔室本体 13 中时如果过早地混合，很容易发生化学反应从而带来颗粒问题，这就需要将 SiH_4 和 O_2 分别从腔室本体 13 的顶部和侧部通入腔室本体 13 内，但是，发明人经研究发现：通过目前的边缘进气装置 5 将上述气体从腔室本体 13 的侧部通入腔室本体 13 内部时，存在通入腔室本体 13 中的气体分布不均匀的问题，从而导致工艺结果不均匀，尤其无法满足采用 HDP CVD 工艺对气体分布均匀性的要求。

为了解决上述问题，本申请实施例还提供一种边缘进气装置 5，其应用于本申请实施例提供的半导体工艺腔室 1，用于向腔室本体 13 内通入工艺气体。当然，在实际应用中，本申请实施例提供的边缘进气装置还可以应用于

其他结构的半导体工艺腔室，本申请实施例对此没有特别的限制。

请参阅图 2，本申请实施例提供的边缘进气装置 5 包括旋转进气组件 51，该旋转进气组件 51 呈环状，以旋转进气组件 51 应用于本申请实施例提供的半导体工艺腔室 1 为例，旋转进气组件 51 例如环绕在承载装置 3 外围，且位于承载装置 3 的上方。对于化学气相沉积工艺，例如高密度等离子体化学气相沉积（High Density Plasma Chemical Vapor Deposition，HDP CVD）工艺，相比于刻蚀工艺，对腔室本体 13 中的气体分布均匀性要求更高，在这种情况下，通过使旋转进气组件 51 环绕在承载装置 3 外围，且位于承载装置 3 的上方，这与将出气口设置于半导体工艺腔室的侧壁相比，可以减小旋转进气组件 51 与承载装置 3 之间的距离，距离的减小有助于提高工艺气体分布的均匀性。

而且，请参阅图 3，旋转进气组件 51 能够围绕自身轴线（即，旋转进气组件 51 所构成的环形的轴线）旋转，该旋转进气组件 51 中设置有第一进气通道 511，该第一进气通道 511 沿旋转进气组件 51 的内周设置有多多个第一出气口 511a，用于向半导体工艺腔室 1 内输出工艺气体。在一些实施例中，多个第一出气口 511a 沿旋转进气组件 51 的内周均匀分布。图 3 示出的是边缘进气装置 5 的径向剖面图。图 3 中的旋转进气组件 51 的右侧即为旋转进气组件 51 的内周侧，左侧即为旋转进气组件 51 的外周侧。

相关技术中边缘进气装置的多个第一出气口 511a 是固定不动的，如图 4 中的图（a）所示，相邻两个第一出气口 511a 之间具有一定的距离，这导致从相邻两个第一出气口 511a 流出的工艺气体需要通过扩散才能到达相邻两个第一出气口 511a 之间的任意位置（即，图 4 中的图（a）所示的五角星所在位置），而从各第一出气口 511a 流出的工艺气体可以更快地流动至各个第一出气口 511a 正对的位置，也就是说，从多个第一出气口 511a 流出的工艺气体到达正对第一出气口 511a 位置的速度与到达相邻两个第一出气口 511a

之间的位置的速度存在差异，从而导致流入半导体工艺腔室1中的工艺气体在圆周方向上的分布不均匀，对此，如图4中的图(b)所示，本申请实施例中的旋转进气组件51通过旋转，每个第一出气口511a的位置不断地在承载装置3的周向上变化，例如如图4中的图(b)所示，其中一个第一出气口511a顺时针旋转至虚线所在位置，即移动至与五角星正对的位置处，这样可以使从各第一出气口511a流出的气体无需扩散就能够均匀到达圆周上的任一位置，从而可以解决相关技术中从多个第一出气口511a流出的工艺气体到达正对第一出气口511a位置的速度与到达相邻两个第一出气口511a之间的位置的速度存在差异的问题，进而可以提高通入半导体工艺腔室1中的气体分布均匀性，从而提高工艺均匀性，尤其可以满足采用HDP CVD工艺对气体分布均匀性的要求。

在进行工艺时，旋转进气组件51可以沿顺时针或逆时针的方向连续旋转，旋转的线速度应与从第一出气口511a流出的气流速度相当，以保证上述旋转运动能够对气流产生影响，起到提高气体分布均匀性的作用。在一些实施例中，旋转进气组件51旋转的线速度例如大于等于1m/s，且小于等于3m/s。当然，在实际应用中，也可以根据具体需要，控制旋转进气组件51在沿顺时针方向旋转与沿逆时针方向旋转之间切换，在此模式下，应尽可能地增大单次沿同一方向旋转的角度，以确保能够起到提高气体分布均匀性的作用。

在一些实施例中，为了能够将工艺气体引入半导体工艺腔室1内部，并输送至旋转中的旋转进气组件51，同时又能够保证第一进气通道511的密封性，如图2和图3所示，边缘进气装置5还包括：固定进气组件52，位于旋转进气组件51的外周的第一对接面512与位于固定进气组件52的内周的第二对接面522可相对旋转地对接，并且，旋转进气组件51中的第一进气通道511在第一对接面512设置有第一进气口511b，该固定进气组件52中设置有第二进气通道521，该第二进气通道521在第二对接面522上设置有第二出

气口 521b；第一进气口 511b 与第二出气口 521b 相连通。在旋转进气组件 51 旋转的过程中，上述第一对接面 512 能够相对于第二对接面 522 旋转，同时第一进气口 511b 与第二出气口 521b 始终保持连通，以实现向旋转中的旋转进气组件 51 供气。

在一些实施例中，边缘进气装置 5 还包括：动密封组件，该动密封组件设置于第一对接面 512 与第二对接面 522 的对接位置处，用于对对接位置处的间隙进行密封，同时保证旋转进气组件 51 能够旋转，从而在向旋转中的旋转进气组件 51 供气的同时，借助动密封组件可以保证第一进气口 511b 与第二出气口 521b 连通位置处的密封性。

在一些实施例中，在不影响旋转进气组件 51 的旋转和出气的前提下，固定进气组件 52 可以环绕于旋转进气组件 51 的外周，也可以位于旋转进气组件 51 的上方或下方（正上方或正下方，或斜上方或斜下方），固定进气组件 52 与旋转进气组件 51 的相对位置不同，上述第一对接面 512 在旋转进气组件 51 上的位置，以及第二对接面 522 在固定进气组件 52 上的位置也不同，以固定进气组件 52 环绕于旋转进气组件 51 的外周为例，如图 2 和图 3 所示，第一对接面 512 位于旋转进气组件 51 的外周，且对应地，第二对接面 522 位于固定进气组件 52 的内周，并且第一进气口 511b 呈环状，且沿旋转进气组件 51 的外周延伸设置。由于第一进气口 511b 呈环状，在旋转进气组件 51 旋转的过程中，其可以与第二出气口 521b 始终保持连通。在此基础上，上述第二出气口 521b 也可以呈环状，且沿固定进气组件 52 的内周延伸设置；或者，上述第二出气口 521b 还可以包括沿固定进气组件 52 的内周均匀分布的多个子出气口，多个子出气口均与第一进气口 511b 相连通。

在一些实施例中，为了便于对接，如图 3 所示，在第一对接面 512 上还设置有经由第一进气口 511b 延伸至第一进气通道 511 内的延伸部 523，上述第二出气口 521b 位于该延伸部 523 的远离第一对接面 512 的一端。当然，在

实际应用中,也可以在第二对接面 522 上设置有经由第二出气口 521b 延伸至第二进气通道 521 内的延伸部,上述第一进气口 511b 位于该延伸部的远离第二对接面 522 的一端。

为了实现对第一对接面 512 与第二对接面 522 的对接位置处的间隙进行密封,同时保证旋转进气组件 51 能够旋转,动密封组件的结构可以有多种,例如,如图 5 所示,动密封组件包括第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b,第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 分别位于对接位置 A(即,第一对接面 512 与第二对接面 522 的对接位置)的上侧和下侧,用于分别对该对接位置 A 的上侧间隙和下侧间隙进行密封,同时保证旋转进气组件 51 能够旋转。在一些实施例中,第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 在承载装置 3 的轴向上相对设置。

上述第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 例如均采用磁流体密封的方式进行密封。具体地,旋转进气组件 51 和固定进气组件 52 均采用导磁材料(即,铁磁性材料)制作;第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 的两端分别与固定进气组件 52 和旋转进气组件 51 之间具有环形间隙,第一环形动密封部 6a 的两端(内周端和外周端)与第二环形动密封部 6b 的两端(内周端和外周端)的磁极方向相反,上述环形间隙中填充有磁流体。第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 的具体结构例如为,第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 均包括环形永磁体 61(例如永久磁铁),以及第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63,其中,第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 的环形永磁体 61 分别设置于对接位置 A 的上侧和下侧,且每个环形永磁体 61 的外周端为第一磁极,内周端为第二磁极,该第一磁极与第二磁极的极性相反,用于产生磁场。并且,第一环形动密封部 6a 中的环形永磁体 61 的两端(内周端和外周端)的磁极方向与第二环形动密封部 6b 中的环形永磁体 61 的两端(内周端和外周端)的磁极方向相反。例如,如图

5 所示, 第一环形动密封部 6a 中的环形永磁体 61 的内周端的磁极为 S 极, 外周端的磁极为 N 极; 第二环形动密封部 6b 中的环形永磁体 61 的内周端的磁极为 N 极, 外周端的磁极为 S 极。

对于位于对接位置 A 上侧的第一环形动密封部 6a, 其第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的上端分别与环形永磁体 61 的外周端和内周端接触, 第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的下端分别位于上侧间隙的外周侧和内周侧, 即, 上侧间隙位于第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的下端之间; 并且, 第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的下端分别与固定进气组件 52 的上端面 and 旋转进气组件 51 的上端面之间具有环形间隙, 该环形间隙中填充有磁流体 64。

对于位于对接位置 A 下侧的第二环形动密封部 6b, 其第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的下端分别与环形永磁体 61 的外周端和内周端接触, 第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的上端分别位于下侧间隙的外周侧和内周侧, 即, 下侧间隙位于第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的上端之间。并且, 第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 的上端分别与固定进气组件 52 的下端面 and 旋转进气组件 51 的下端面之间具有环形间隙, 该环形间隙中填充有磁流体 64。

上述环形永磁体 61、第一环形磁极 62、第二环形磁极 63、采用导磁材料制作的旋转进气组件 51 和固定进气组件 52 可以构成一个封闭磁路, 环形永磁体 61 产生的磁场可以将磁流体“束缚”在上述环形间隙中, 形成液体“O”形环, 从而可以实现对上侧间隙和下侧间隙的密封。容易理解的是, 为了保证旋转进气组件 51 能够旋转, 上述第一对接面 512 与第二对接面 522 之间具有间隙, 该间隙中的空气是导磁的, 保证上述封闭磁路的形成。另外, 第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 均还包括固定部件, 例如为图 5 所示的包覆在环形永磁体 61、第一环形磁极 62、第二环形磁极 63 外部的黑色

轮廓，该固定部件用于固定上述环形永磁体 61、第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63，且形成将上侧间隙或下侧间隙容置在其中的空间，该空间通过磁流体 64 的密封作用形成为密封空间 B。

在一些实施例中，以旋转进气组件 51 应用于本申请实施例提供的半导体工艺腔室 1 为例，上述固定部件通过连接部件 12 与腔室本体 13 的侧壁 11 固定连接，以实现第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 的整体进行固定。

在另一些实施例中，为了避免上述第一对接面 512 与第二对接面 522 之间的间隙对磁流体密封能力的影响，第一环形动密封部 6a 和第二环形动密封部 6b 均还可以采用下述结构，具体地，如图 6 所示，旋转进气组件 51 和固定进气组件 52 均采用导磁材料制作；第一环形动密封部 6a' 和第二环形动密封部 6b' 均包括第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b，对于位于对接位置 A 上侧的第一环形动密封部 6a'，第一动密封组 65a 位于上侧间隙的外周侧，第二动密封组 65b 位于上侧间隙的内周侧，用于密封位于第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 之间的上侧间隙。第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 均包括环形永磁体，以及第一环形磁极和第二环形磁极，第一动密封组 65a 的环形永磁体设置于固定进气组件 52 的上侧，第二动密封组 65b 的环形永磁体设置于旋转进气组件 51 的上侧；每个环形永磁体的外周端为第一磁极，内周端为第二磁极，该第一磁极与第二磁极的极性相反，用于产生磁场。并且，第一动密封组 65a 的第一环形磁极和第二环形磁极的上端分别与环形永磁体的外周端和内周端接触，下端与固定进气组件 52 的上端面之间具有第一环形间隙；第二动密封组 65b 的第一环形磁极和第二环形磁极的上端分别与环形永磁体的外周端和内周端接触，下端与旋转进气组件 51 的上端面之间具有第二环形间隙，第一环形间隙和第二环形间隙中均填充有磁流体。图 6 中的环形永磁体，以及第一环形磁极和第二环形磁极的结构和功能与图 5 中

的环形永磁体 61, 以及第一环形磁极 62 和第二环形磁极 63 结构和功能相类似。

对于位于对接位置 A 下侧的第一环形动密封部 6b', 第一动密封组 65a 位于下侧间隙的外周侧, 第二动密封组 65b 位于下侧间隙的内周侧, 用于密封位于第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 之间的下侧间隙。第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 均包括环形永磁体, 以及第一环形磁极和第二环形磁极, 第一动密封组 65a 的环形永磁体设置于固定进气组件 52 的下侧, 第二动密封组 65b 的环形永磁体设置于旋转进气组件 51 的下侧; 每个环形永磁体的外周端为第一磁极, 内周端为第二磁极, 该第一磁极与第二磁极的极性相反, 用于产生磁场。并且, 第一环形动密封部 6a' 中的各环形永磁体的两端的磁极方向与第二环形动密封部 6b' 中的各环形永磁体的两端的磁极方向相反。并且, 第一动密封组 65a 的第一环形磁极和第二环形磁极的下端分别与环形永磁体的外周端和内周端接触, 上端与固定进气组件 52 的下端面之间具有第一环形间隙; 第二动密封组 65b 的第一环形磁极和第二环形磁极的下端分别与环形永磁体的外周端和内周端接触, 上端与旋转进气组件 51 的下端面之间具有第二环形间隙, 第一环形间隙和第二环形间隙中均填充有磁流体。

对于位于上侧间隙或下侧间隙的外周侧的第一动密封组 65a 或第二动密封组 65b, 上述环形永磁体、第一环形磁极、第二环形磁极、采用导磁材料制作的固定进气组件 52 可以构成一个封闭磁路, 环形永磁体产生的磁场可以将磁流体“束缚”在上述第一环形间隙中, 形成液体“O”形环。对于位于上侧间隙或下侧间隙的内周侧的动密封组 (65a 或 65b), 上述环形永磁体、第一环形磁极、第二环形磁极、采用导磁材料制作的旋转进气组件 51 可以构成一个封闭磁路, 环形永磁体产生的磁场可以将磁流体“束缚”在上述第二环形间隙中, 形成液体“O”形环。由于上侧间隙和下侧间隙均位于第一环形间隙与第二环形间隙之间, 在第一环形间隙与第二环形间隙中的磁流体可

以对上侧间隙或下侧间隙进行密封。容易理解的是，上述封闭磁路是由环形永磁体、第一环形磁极、第二环形磁极和旋转进气组件 51（或者固定进气组件 52）构成，不需要通过第一对接面 512 与第二对接面 522 之间具有间隙，从而可以避免该间隙对磁流体密封能力的影响，提高磁流体密封能力。

在一些实施例中，第一环形动密封部 6a' 和第二环形动密封部 6b' 均还包括固定部件，例如为图 6 所示的包覆在第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 外部的黑色轮廓，第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 固定于该固定部件上，且该固定部件被设置为在第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 之间形成将上侧间隙或下侧间隙容置在其中的密封空间 C。具体地，第一动密封组 65a 和第二动密封组 65b 的环形永磁体、第一环形磁极、第二环形磁极均固定于固定部件上，而且，上述固定部件构成容置上侧间隙或下侧间隙的空间，该空间在磁流体的密封作用下形成上述密封空间 C。

实现将工艺气体引入半导体工艺腔室 1 内部的固定进气组件 52 可以有多种结构，例如，在一些实施例中，如图 5 所示，固定进气组件 52 包括固定进气环，该固定进气环用于穿设于半导体工艺腔室 1（即，腔室本体 13）的侧壁，且固定进气环的一部分用于位于半导体工艺腔室 1 的侧壁外部；如图 3 所示，第二进气通道 521 在固定进气环的用于位于半导体工艺腔室 1 外部的部分设置有第二进气口 521a，用于与气源连接。由气源提供的工艺气体经由该第二进气口 521a 流入第二进气通道 521，为了保证半导体工艺腔室 1 的密封性，可以在固定进气环与半导体工艺腔室 1 的侧壁之间设置密封件（图中未示出），用以对二者之间的间隙进行密封。

又如，在另一些实施例中，固定进气组件 52 还可以包括固定进气环和至少一条进气管路，固定进气环用于位于半导体工艺腔室 1 的侧壁与旋转进气组件 51 之间；第二进气通道 521 具有至少一个第二进气口 521a，各第二进气口 521a 与各进气管路的出气端一一对应地连接，各进气管路的进气端用

于贯通半导体工艺腔室1的侧壁，并延伸至半导体工艺腔室1的外部，用于与工艺气体的气源连接。在一个具体的实施例中，上述第二进气通道521可以包括环形通道，该环形通道的外周具有上述至少一个第二进气口521a，内周具有呈环状的第二出气口521b，或者由沿环形通道的内周均匀分布的多个子出气口组成的第二出气口521b。或者，上述第二进气通道521可以包括多个沿固定进气环的径向延伸设置的直通道，且多个直通道沿固定进气环的内周均匀分布。每个直通道的进气端用作第二进气口521a位于固定进气环的外周，出气端用作上述子出气口位于固定进气环的内周。

在一些实施例中，如图2所示，旋转进气组件51包括旋转进气环51a、用于驱动该旋转进气环51a旋转的旋转驱动源和多个进气喷嘴51b；其中，多个进气喷嘴51b与旋转进气环51a连接，且沿旋转进气环51a的周向均匀分布；旋转进气环51a中设置有第一子通道，各进气喷嘴51b中均设置有第二子通道，第一子通道与各第二子通道相连通，且共同构成第一进气通道511，各第二子通道的出气口用作第一出气口511a。上述第一子通道例如为环形通道。在一些实施例中，进气喷嘴51b的数量例如为4、8、16、32、64等，优选为32个，该数量提高气体分布均匀性的效果较佳。

在一些实施例中，各进气喷嘴51b与旋转进气环51a通过角度调节结构连接，角度调节结构用于调节进气喷嘴51b的出气方向。该角度调节结构例如可以为采用手动调节的进气喷嘴51b的角度的调节结构。

作为另一个技术方案，如图1所示，本申请实施例还提供一种半导体工艺腔室1，该半导体工艺腔室1包括腔室本体13和边缘进气装置5，在腔室本体13中设置有用承载晶圆的承载装置3。腔室本体13、边缘进气装置5和承载装置3的结构和功能在上述实施例中已有了详细描述，在此不再赘述。

本申请实施例提供的半导体工艺腔室1，其通过采用本申请实施例提供的上述边缘进气装置，可以提高通入半导体工艺腔室中的气体分布均匀性，

从而可以提高工艺均匀性，尤其可以满足采用 HDP CVD 工艺对气体分布均匀性的要求。

在一些实施例中，半导体工艺腔室 1 还包括旋转驱动源，该旋转驱动源包括旋转驱动件 53、传动结构和动密封件，其中，旋转驱动件 53 位于腔室本体 13 外，用于提供旋转动力；旋转驱动件 53 例如为旋转电机。传动结构可旋转地穿设于腔室本体 13，且分别与旋转驱动件 53 和旋转进气组件 51（即旋转进气环 51a）连接，用于在旋转驱动件 53 的驱动下，带动旋转进气组件 51 旋转；动密封件（图中未示出）用于对传动结构与腔室本体 13 之间的间隙进行密封，同时保证传动结构能够旋转。该动密封件例如采用磁流体的方式进行密封。

在不影响工艺的进行以及旋转进气组件 51 的工作的前提下，上述旋转驱动件 53 可以设置于腔室本体 13 外部的任意位置处，例如，为了简化结构，同时保证腔室本体 13 内部的结构相对于腔室本体 13 的轴线对称，如图 1 所示，旋转驱动件 53 设置于腔室本体 13 的上方，并且，传动结构包括第一连杆 54 和多个第二连杆 55，第一连杆 54 竖直设置，且第一连杆 54 的一端贯穿腔室本体 13 的顶部，并延伸至腔室本体 13 的外部，与旋转驱动件 53 的驱动轴连接，第一连杆 54 的另一端与多个第二连杆 55 的一端连接；多个第二连杆 55 的另一端弯折延伸至腔室本体 13 内部的边缘处，并与旋转进气组件 51 在其周向上的不同位置连接。在旋转驱动件 53 的驱动轴的驱动下，第一连杆 54 带动各第二连杆 55 同步旋转，从而带动旋转进气组件 51 旋转。

在一个具体实施例中，上述第二连杆 55 包括沿旋转进气组件 51 的径向延伸设置的水平部，和沿竖直方向延伸设置的竖直部，该水平部的一端与第一连杆 54 的一端连接，水平部的另一端延伸至靠近旋转进气组件 51 的侧壁的位置处；竖直部的一端与水平部连为一体，另一端向下延伸，并与旋转进气组件 51 连接。上述第二连杆 55 例如为两个，且相对于旋转进气组件 51

的轴线对称设置,以保证旋转进气组件 51 受力均匀,同时两个第二连杆 55 的转动对从中心进气装置 4 进入腔室本体 13 的气流影响较小。

作为另一个技术方案,如图 1 所示,本申请实施例提供的半导体工艺设备 100,其通过采用本申请实施例提供的上述半导体工艺腔室 1,可以提高通入半导体工艺腔室中的气体分布均匀性,从而提高工艺均匀性,尤其可以满足采用 HDP CVD 工艺对气体分布均匀性的要求。

可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本申请的原理而采用的示例性实施方式,然而本申请并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本申请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申请的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种边缘进气装置，用于半导体工艺腔室，其特征在于，包括：
旋转进气组件，呈环状，所述旋转进气组件能够围绕自身轴线旋转；
5 固定进气组件，呈环状，设置在所述旋转进气组件外侧，位于所述旋转
进气组件的外周的第一对接面与位于所述固定进气组件的内周的第二对接
面可相对旋转地对接，所述旋转进气组件中设置有第一进气通道，所述第一
进气通道在所述第一对接面设置有第一进气口，且沿所述旋转进气组件的内
周设置有多个第一出气口；所述固定进气组件中设置有第二进气通道，所述
10 第二进气通道在所述第二对接面设置有第二出气口，所述第一进气口与所述
第二出气口相连通。

2. 根据权利要求 1 所述的边缘进气装置，其特征在于，所述第一进气
口呈环状，且沿所述旋转进气组件的外周延伸设置。

15 3. 根据权利要求 2 所述的边缘进气装置，其特征在于，所述第二出气
口呈环状，且沿所述固定进气组件的内周延伸设置；或者，所述第二出气口
包括沿所述固定进气组件的内周均匀分布的多个子出气口，多个所述子出气
口均与所述第一进气口相连通。

20 4. 根据权利要求 1 所述的边缘进气装置，其特征在于，所述边缘进气
装置还包括：

动密封组件，设置于所述第一对接面与所述第二对接面的对接位置处，
用于对所述对接位置处的间隙进行密封，同时保证所述旋转进气组件能够旋
25 转。

5. 根据权利要求 4 所述的边缘进气装置，其特征在于，所述动密封组

件包括第一环形动密封部和第二环形动密封部，所述第一环形动密封部和第二环形动密封部分别位于所述对接位置的上侧和下侧，用于分别对所述对接位置的上侧间隙和下侧间隙进行密封，同时保证所述旋转进气组件能够旋转。

5

6. 根据权利要求 5 所述的边缘进气装置，其特征在于，所述旋转进气组件和所述固定进气组件均采用导磁材料制作；

所述第一环形动密封部和第二环形动密封部的两端分别与所述固定进气组件和所述旋转进气组件之间具有环形间隙，所述第一环形动密封部的两端与
10 所述第二环形动密封部的两端的磁极方向相反，所述环形间隙中填充有磁流体。

7. 根据权利要求 1-6 中任意一项所述的边缘进气装置，其特征在于，所述固定进气组件包括固定进气环，所述固定进气环用于穿设于所述半导体工
15 艺腔室的侧壁，且所述固定进气环的一部分用于位于所述半导体工艺腔室的外部；所述第二进气通道在所述固定进气环的用于位于所述半导体工艺腔室外部的部分设置有第二进气口，用于与工艺气体的气源连接。

8. 根据权利要求 1-6 中任意一项所述的边缘进气装置，其特征在于，所
20 述固定进气组件包括固定进气环和至少一条进气管路，所述固定进气环用于位于所述半导体工艺腔室的侧壁与所述旋转进气组件之间；

所述第二进气通道具有至少一个第二进气口，各所述第二进气口与各所述进气管路的出气端一一对应地连接，各所述进气管路的进气端用于贯通所述半导体工艺腔室的侧壁，并延伸至所述半导体工艺腔室的外部，用于与气
25 源连接。

9. 根据权利要求 1-6 中任意一项所述的边缘进气装置，其特征在于，所

述旋转进气组件包括旋转进气环、用于驱动所述旋转进气环旋转的旋转驱动源和多个进气喷嘴；其中，多个所述进气喷嘴与所述旋转进气环连接，且沿所述旋转进气环的周向均匀分布；

所述旋转进气环中设置有第一子通道，各所述进气喷嘴中均设置有第二子通道，所述第一子通道与各所述第二子通道相连通，且共同构成所述第一进气通道，各所述第二子通道的出气口用作所述第一出气口。

10. 根据权利要求 9 所述的边缘进气装置，其特征在于，各所述进气喷嘴与所述旋转进气环通过角度调节结构连接，所述角度调节结构用于调节所述进气喷嘴的出气方向。

11. 一种半导体工艺腔室，其特征在于，包括：

腔室本体，在所述腔室本体中设置有用以承载晶圆的承载装置；

如权利要求 1-10 中任意一项所述的边缘进气装置，所述旋转进气组件环绕设置于所述腔室本体中的所述承载装置的外围，且位于所述承载装置上方；

旋转驱动源，用于驱动所述旋转进气组件旋转。

12. 根据权利要求 11 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述旋转驱动源包括旋转驱动件、传动结构和动密封件，其中，所述旋转驱动件位于所述腔室本体外，用于提供旋转动力；所述传动结构可旋转地穿设于所述腔室本体，且分别与所述旋转驱动件和所述旋转进气组件连接，用于在所述旋转驱动件的驱动下，带动所述旋转进气组件旋转；

所述动密封件用于对所述传动结构与所述腔室本体之间的间隙进行密封，同时保证所述传动结构能够旋转。

13. 根据权利要求 12 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述旋转

驱动件设置于所述腔室本体的上方，所述传动结构包括第一连杆和多个第二连杆，所述第一连杆竖直设置，且所述第一连杆的一端贯穿所述腔室本体的顶部，并延伸至所述腔室本体的外部，与所述旋转驱动件的驱动轴连接，所述
5 所述第一连杆的另一端与多个所述第二连杆的一端连接；多个所述第二连杆的
另一端弯折延伸至所述腔室本体内部的边缘处，并与所述旋转进气组件在其周向上的不同位置连接。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述
半导体工艺腔室还包括中心进气装置，所述中心进气装置用于自所述腔室本
10 体的顶部向所述腔室本体内部输送工艺气体。

15. 根据权利要求 14 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述半导体
工艺腔室为化学气相沉积腔室；所述中心进气装置和所述边缘进气装置用
于分别向所述半导体工艺腔室内部输送第一工艺气体和第二工艺气体。

15

16. 一种半导体工艺设备，包括权利要求 11-15 中任意一项所述的半导体
工艺腔室。