

气体分配装置和半导体加工设备

技术领域

本申请涉及半导体加工技术领域，具体而言，涉及一种气体分配装置和半导体加工设备。

背景技术

原子层沉积（Atomic Layer Deposition，简称 ALD）设备广泛应用于当今的半导体芯片制作工艺中。ALD 设备的与气流相关的系统主要包括进气系统、混气系统、分气系统、排气系统等。该系统在工艺过程中的进气方式主要是脉冲进气，从而将单原子膜一层一层的沉积在位于基座上的晶圆表面，废气从抽气口排出。

如图 1 所示，ALD 设备包括反应腔室 010，该反应腔室 010 内的顶部设置有分气系统 101，且在反应腔室 010 内还设置有基座 018，用于承载晶圆 017。反应腔室 010 的底部设置有抽气口 019。而且，ALD 设备还包括混气系统 102、第一混气管路 011、第二混气管路 012、第一源气管路 013、第二源气管路 014、第一稀释气体管路 015 和第二稀释气体管路 016。其中，第一源气管路 013 和第一稀释气体管路 015 均通过第一混气管路 011 与混气系统 102 的第一进气口连通，第二源气管路 014 和第二稀释气体管路 016 均通过第二混气管路 012 与混气系统 102 的第二进气口连通，混气系统 102 的出气口与分气系统 101 的进气口连通。此外，在第一源气管路 013 和第二源气管路 014 上分别设置有第一通断阀 131 和第二通断阀 141。

通常而言，需要两种源气的 ALD 工艺的典型进气过程如下表 1 所示。

表 1

步骤	第一进气口	第二进气口	步骤内容
----	-------	-------	------

	第一源气	第一稀释气体	第二源气	第二稀释气体	
S1		通入		通入	吹扫
S2	通入	通入		通入	通入第一源气
S3		通入		通入	吹扫
S4		通入	通入	通入	通入第二源气
S5		通入		通入	大流量吹扫

S1.准备阶段,由第一稀释气体管路 015 和第二稀释气体管路 016 分别输送的第一稀释气体和第二稀释气体分别通过第一进气口和第二进气口进入混气系统 102 混合后,通过分气系统 101 分散后均匀地通入反应腔室内,第一稀释气体和第二稀释气体如 N2 等气体,用于对腔室和管路进行吹扫;

S2.打开第一通断阀 013,且第一稀释气体管路 015 和第二稀释气体管路 016 保持常通,以使由第一源气管路 013 输送的第一源气流入第一混气管路 011,并与第一稀释气体混合后,通过第一进气口进入混气系统 102,然后与第二稀释气体混合后,通过分气系统 101 分散后均匀地通入反应腔室内;

S3.关闭第一通断阀 131,以停止通入第一源气,且第一稀释气体管路 015 和第二稀释气体管路 016 保持常通,用于对腔室和管路进行吹扫;

S4.打开第二通断阀 141,且第一稀释气体管路 015 和第二稀释气体管路 016 保持常通,以使由第二源气管路 014 输送的第二源气流入第二混气管路 012,并与第二稀释气体混合后,通过第二进气口进入混气系统 102,然后与第一稀释气体混合后,通过分气系统 101 分散后均匀地通入反应腔室内;

S5.关闭第二通断阀 141,以停止通入第二源气,且第一稀释气体管路 015

和第二稀释气体管路 016 保持常通，并增加第一稀释气体和第二稀释气体的流量，进行一个循环结束的大流量吹扫；

S6.重复步骤 S2~步骤 S5 预设循环次数。

其中，每次步骤 S2 和步骤 S4 的进气时间非常短暂，通常在几毫秒至几百毫秒之间，每次步骤 S3 和步骤 S5 的吹扫时间在几百毫秒到几秒之间，通常一次工艺过程需要经过几十乃至数百次循环。

各种源气、稀释气体（还可以有载气、保护气体等）通过混气结构进行充分地混合，使浓度达到非常均匀的状态，然后经过分气系统快速的分散，再通过多孔气体喷头吹向晶圆的表面，发生化学反应形成薄膜。其中，混合气体浓度、分气分散的均匀性与膜厚均匀性等参数直接相关，如何快速混气以及分气对缩短节拍时间，提升性能、产能至关重要。

发明内容

本申请的第一个目的在于提供一种气体分配装置，以解决现有原子层沉积过程中气流不均匀的技术问题。

本申请提供的气体分配装置，应用于半导体加工设备，所述半导体加工设备包括反应腔体，所述反应腔体顶部设置有盖板，所述盖板具有与所述反应腔体内连通的进气口；其特征在于，所述气体分配装置用于设置在所述盖板下方，所述气体分配装置包括：分气板和至少一个扩散板；

所述分气板位于所述进气口的下方，且在所述分气板与所述盖板之间构成匀气腔，并且所述分气板具有贯穿所述分气板的板厚的多个分气孔；

所述至少一个扩散板设置于所述匀气腔内，且将所述匀气腔隔成沿竖直方向间隔分布的至少两个子匀气腔；所述至少一个扩散板中每一所述扩散板均具有贯穿所述扩散板的板厚的多个扩散孔；其中，与所述盖板相邻的所述子匀气腔与所述进气口连通；任意相邻的两个所述子匀气腔通过所述扩散孔

连通；与所述分气板相邻的所述子匀气腔通过所述分气孔与所述反应腔体内部连通。

本申请气体分配装置带来的有益效果是：

通过设置至少一个扩散板，使得气流在各子匀气腔中遇到扩散板的实体部分之后，就沿扩散板的上表面发生流动，从而穿过扩散板的扩散孔。由于扩散孔在扩散板上的分布区域大于进气口在扩散板上的对应区域，所以，气流经过扩散板之后，从扩散板流动至进入到下一子匀气腔内的分散程度要大于上一子匀气腔的分散程度，从而提高了气流在不同区域的均匀性，削弱了气流在分气板中心区域的集中性，有利于提高工艺的统一性。

在一些技术方案中，所述扩散板具有中心区域和环绕所述中心区域的边缘区域；所述中心区域和所述边缘区域均设有多个所述扩散孔；

位于所述边缘区域的所述扩散孔为边缘孔，所述边缘孔由其进气端至出气端，逐渐远离所述扩散板的中心轴线。

在一些技术方案中，所述边缘孔的引流角为锐角，所述引流角为所述扩散孔的延伸方向与所述扩散板的中心轴线的夹角。

在一些技术方案中，位于所述中心区域的所述扩散孔的引流角为 0° 。

在一些技术方案中，所述扩散板的上表面和下表面均为平面且平行设置。

在一些技术方案中，多个所述扩散孔分布在所述扩散板的多个半径不同的圆周上，且沿逐渐远离所述扩散板的中心的方向，多个所述圆周上的所述扩散孔的引流角逐渐增加，所述引流角为所述扩散孔的延伸方向与所述扩散板的中心轴线的夹角。

在一些技术方案中，沿气流在所述扩散孔中流动的方向，所述扩散孔的孔径逐渐增加。

在一些技术方案中，所述扩散板的下表面为下凸弧面，所述分气板的上

表面为平面。

在一些技术方案中，所述扩散板的上表面为平面或上凸弧面或下凹弧面。

在一些技术方案中，所述盖板面向所述气体分配装置的一侧具有第一凹陷部，所述分气板的上表面与所述第一凹陷部构成所述匀气腔；或者，

所述分气板的上表面具有第二凹陷部，所述第二凹陷部与所述盖板的下表面构成所述匀气腔；或者，

所述盖板面向所述气体分配装置的一侧具有第一凹陷部，所述分气板的上表面具有第二凹陷部，所述第一凹陷部与所述第二凹陷部构成所述匀气腔。

在一些技术方案中，所述扩散板为一个，所述扩散板将所述匀气腔隔成第一子匀气腔和第二子匀气腔；所述第一子匀气腔与所述进气口连通；

所述第一子匀气腔具有第一漏斗形部和第一柱形部，所述进气口、所述第一漏斗形部和所述第一柱形部由上而下依次排布，所述第一漏斗形部的垂直于所述扩散板的中心轴线的截面面积由上而下递增。

在一些技术方案中，所述扩散板为一个，所述扩散板将所述匀气腔隔成第一子匀气腔和第二子匀气腔；所述第一子匀气腔与所述进气口连通；

所述第二子匀气腔具有第二漏斗形部和第二柱形部，所述进气口、所述第一子匀气腔、所述第二漏斗形部和所述第二柱形部由上而下依次排布，所述第二漏斗形部的垂直于所述扩散板的中心轴线的截面面积由上而下递增。

在一些技术方案中，各个所述分气孔的垂直于所述分气孔的轴线的截面面积在竖直方向上处处相同；

位于所述分气板的中心区域的所述分气孔的垂直于所述分气孔的轴线的截面在周向上具有第一尺寸和第二尺寸，所述第一尺寸大于所述第二尺寸，所述第一尺寸与所述第二尺寸所在方向垂直。

在一些技术方案中，所述第一尺寸为所述分气孔的沿所述分气板径向的

尺寸。

在一些技术方案中，位于所述分气板的中心区域的所述分气孔为椭圆形孔或腰形孔或倒角菱形孔。

在一些技术方案中，沿自所述分气板的中心至所述分气板的边缘的方向，多个所述分气孔的所述第二尺寸呈增大趋势。

在一些技术方案中，所述扩散孔的最小孔径为气体分子平均自由程的5倍~30倍，和/或，所述扩散孔的孔深为气体分子平均自由程的5倍~30倍，和/或，所述分气孔的最小孔径为气体分子平均自由程的5倍~30倍。

本申请的第二个目的在于提供一种半导体加工设备，以解决原子层沉积过程中气流不均匀的技术问题。

本申请提供的半导体加工设备，包括反应腔体，活动设置于所述反应腔体中的基座以及设置于所述反应腔体的上述的气体分配装置。

通过在半导体加工设备中设置上述气体分配装置，相应地，该半导体加工设备具有上述气体分配装置的所有优势，在此不再一一赘述。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或背景技术中的技术方案，下面将对实施例或背景技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图1为本申请背景技术中的气源管路的结构示意图；

图2为本申请的相关技术一的原子层沉积设备的结构示意图；

图3为本申请实施例一提供的半导体加工设备的结构示意图；

图4为本申请实施例一提供的气体分配装置中的局部结构示意图；

图5为本申请实施例一提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图；

图6为本申请实施例一提供的气体分配装置中的分气板的结构示意图；

图7为本申请实施例一提供的气体分配装置中的分气板的分气孔的部分形状示意图；

图8为本申请实施例一提供的气体分配装置中的自由基过滤损失百分比与分气孔孔径的关系示意图；

图9为本申请实施例一提供的气体分配装置中的自由基过滤损失百分比与分气孔深度的关系示意图；

图10为本申请实施例一提供的气体分配装置中的分气板的设计流程示意图；

图11为本申请实施例二提供的气体分配装置中的扩散板的结构示意图；

图12为本申请实施例二提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图；

图13为本申请实施例二提供的气体分配装置中的扩散板的另一种实现方式的半剖视图；

图14为本申请实施例三提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图；

图15为本申请实施例四提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图。

附图标记说明：

010-反应腔室；101-分气系统；102-混气系统；011-第一混气管路；012-第二混气管路；013-第一源气管路；131-第一通断阀；014-第二源气管路；141-第二通断阀；015-第一稀释气体；016-第二稀释气体；017-晶圆；018-基座；019-抽气口；

018'-基座；019'-抽气腔；020-进气块；030-盖板；040-分气板；

11-第一混气管路；12-第二混气管路；13-第一源气管路；132-第一通断阀；14-第二源气管路；142-第二通断阀；15-第一稀释气体；16-第二稀释气体；17-基座；19-抽气口；20-进气块；201-混气通道；30-盖板；31-进气口；40-分气板；41-分气孔；50-扩散板；51-扩散孔；511-边缘孔；60-反应腔体；

70-侧抽气板。

具体实施方式

相关技术一：

图2所示的相关技术一的原子层沉积设备的结构示意图。如图2所示，相关技术一的原子层沉积设备目前常用的是中心进气方式，以及与中心进气位置对应的分气结构。该分气结构包括盖板030和分气板040，当来自进气块020的通道中的气流进入盖板030的通道后，向下流动，然后气流通过一个漏斗形通道结构散开，然后穿过有很多小孔的分气板040进行分气后，流动至置于基座018'上的晶圆（图中未示出）的表面，最后被位于反应腔室侧部的抽气腔019'抽出后汇集到泵口，排到大气。

在上述的方案中，气流由中心向边缘的扩散效率一般，对于包含多种气体成分的混合气流而言，气体各个组分的密度不同，扩散的效率也不一样。因此，密度大的气体组分容易在中心区域集中，产生密度大的气体组分在中心浓度高、边缘浓度低的问题；对于携带远程等离子体自由基的气流来说，同理，自由基会在中心区域更为集中，在边缘区域较为稀释。

另外，普通的分气板040只考虑了气流的均匀性，但对于携带远程等离子体自由基的气流而言，普通的分气板040并不能均匀地分配自由基以使得中心区域与边缘区域的自由基平衡。

为使本申请的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂，下面结合附图对本申请的具体实施例做详细的说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

实施例一：

图3为本申请实施例一提供的半导体加工设备的结构示意图；图4为本申请实施例一提供的气体分配装置中的局部结构示意图。如图3-图4所示，

本申请实施例一提供的气体分配装置，应用于半导体加工设备，该半导体加工设备例如为原子层沉积设备。半导体加工设备包括反应腔体 60，反应腔体 60 顶部设置有盖板 30，盖板 30 具有与反应腔体 60 内连通的进气口 31；气体分配装置设置在盖板 30 下方。

气体分配装置包括分气板 40 和至少一个扩散板 50；其中，分气板 40 位于进气口 31 的下方，且在分气板 40 与盖板 30 之间构成匀气腔，并且分气板 40 具有贯穿分气板 40 的板厚的多个分气孔 41；该至少一个扩散板 50 设置于上述匀气腔内，且将该匀气腔隔成沿竖直方向间隔分布的至少两个子匀气腔；该至少一个扩散板 50 中每一扩散板 50 均具有贯穿自身的板厚的多个扩散孔 51；其中，与盖板 30 相邻的子匀气腔与进气口 31 连通；任意相邻的两个子匀气腔通过扩散孔 51 连通；与分气板 40 相邻的子匀气腔通过分气孔 41 与反应腔体 60 内部连通。

在分气板 40 与盖板 30 之间构成匀气腔的方式可以有多种，在一些实施例中，盖板 30 面向气体分配装置的一侧具有第一凹陷部，分气板 40 的上表面与该第一凹陷部构成匀气腔。在另一些实施例中，分气板 40 的上表面具有第二凹陷部，该第二凹陷部与盖板 30 的下表面构成匀气腔；在又一些实施例中，盖板 30 面向气体分配装置的一侧具有第一凹陷部，分气板 40 的上表面具有第二凹陷部，该第一凹陷部与第二凹陷部构成匀气腔。

本实施例均以盖板 30 面向气体分配装置的一侧具有第一凹陷部，分气板 40 的上表面与该第一凹陷部构成匀气腔，且以扩散板 50 为一个为例，对本申请实施例一提供的气体分配装置进行描述。具体地，气体分配装置包括：分气板 40 和扩散板 50。

分气板 40 位于第一凹陷部的下方，且分气板 40 的上表面与该第一凹陷部构成匀气腔，并且分气板 40 具有贯穿分气板 40 的板厚的多个分气孔 41。扩散板 50 位于分气板 40 和盖板 30 之间，且设置于匀气腔内，将匀气腔隔成

第一子匀气腔和第二子匀气腔；扩散板 50 具有贯穿扩散板 50 的板厚的多个扩散孔 51，第一子匀气腔和第二子匀气腔通过扩散孔 51 连通。第一子匀气腔与进气口 31 连通，进气口 31 依次通过第一子匀气腔和第二子匀气腔与反应腔体 60 连通。

其中，本实施例中，扩散板 50 通过螺钉的螺纹连接方式与盖板 30 连接，扩散板 50 的半径在 50mm 至 100mm 之间。进气口 31 与扩散板 50 的间距一般在 20mm 以内，而第一凹陷部的位于进气口 31 的出气端与扩散板 50 的上表面之间的腔体为锥形腔体，该锥形腔体的半锥角大于 45° 。

以半导体加工设备为原子层沉积设备为例，工艺气体通过进气块 20 的侧进气口进入进气块 20 的通道中，并竖直向下流动到盖板 30 的进气口 31 中，侧进气口一般包括多个进气口，以实现不同的反应气体分别独立、交替或脉冲地进入反应腔体 60 内，以实现原子层沉积生长，每组气体包括反应源气和载气、稀释气体等。同时，进气口 31 中的气体，诸如纯气体，例如是氮气，携带远程等离子体自由基的混合气体也通过进气口 31 进入到盖板 30 中。在一个具体的实施例中，如图 3 所示，原子层沉积设备还包括设置在盖板 30 顶部的进气块 20、第一混气管路 11、第二混气管路 12、第一源气管路 13、第二源气管路 14、第一稀释气体管路 15 和第二稀释气体管路 16。其中，第一源气管路 13 和第一稀释气体管路 15 均通过第一混气管路 11 与进气块 20 的混气通道 201 的第一进气口连通，第二源气管路 14 和第二稀释气体管路 16 均通过第二混气管路 12 与进气块 20 的混气通道 201 的第二进气口连通，混气通道 201 的出气口与进气口 31 连通。此外，在第一源气管路 13 和第二源气管路 14 上分别设置有第一通断阀 132 和第二通断阀 142。

其中，本实施例中，进气口 31 处的气体流向与扩散板 50 和分气板 40 整体上是垂直的，换言之，上述锥形腔体的轴向也与扩散板 50 和分气板 40 是垂直的。

然后，汇合的气流会在盖板 30 的进气口 31 中边混合边向下流动，并依次进入到扩散板 50、分气板 40 形成的两级结构中，进行高效扩散和分气。在这样的两级结构中，气流首先穿过扩散板 50，在第一子匀气腔中，气流与扩散板 50 接触后，由于无法在进气口 31 对应于扩散板 50 的区域直接通过，会从进气口 31 对应于扩散板 50 的区域之外的区域通过，从而增加了气流的分散程度。所以，气流会散开流动到第二子匀气腔的广大区域，而不会聚集在第二子匀气腔的中心区域。接着，该在第二子匀气腔中的气流会穿过分气板 40 上的分气孔 41 进入到反应腔体 60 内的反应区域，抵达放置于基座 17 上的晶圆表面，在热的作用下或等离子体环境的作用下发生化学反应，生长薄膜。

本申请通过设置至少一个扩散板 50，可以使得气流在各子匀气腔中遇到扩散板 50 的实体部分之后，就沿扩散板 50 的上表面发生流动，从而穿过扩散板 50 的扩散孔 51。由于扩散孔 51 在扩散板 50 上的分布区域大于进气口 31 在扩散板 50 上的对应区域，所以，气流经过扩散板 50 之后，从扩散板 50 流动至下一子匀气腔的分散程度要大于上一子匀气腔的分散程度，从而提高了气流在不同区域的均匀性，削弱了气流在分气板 40 中心区域的集中性，有利于提高工艺的统一性。

图 5 为本申请实施例一提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图；如图 3-图 5 所示，优选地，扩散板 50 具有中心区域和环绕中心区域的边缘区域；中心区域和边缘区域均设有多个扩散孔 51。

需要说明的是，本申请对扩散板 50 中的中心区域和边缘区域的大小不作限定，具体可以根据具体产品进行设计。

示例性的，以位于边缘区域的扩散孔 51 为边缘孔 511 为例，边缘孔 511 由其进气端至出气端，逐渐远离扩散板 50 的中心轴线，即边缘孔 511 的延伸方向与扩散板 50 的中心轴线并非平行。

在具体实施时，中心区域和边缘区域的扩散孔 51，可以沿多个环形均匀分布，位于同一环形上的扩散孔 51 与扩散板 50 的中心距离可以相同。

在其中一种实施例中，以位于最边缘一圈的扩散孔 51 所在的区域为边缘区域，即边缘孔 511 为最边缘一圈的扩散孔 51。

具体地，本实施例中，以扩散孔 51 的延伸方向与扩散板 50 的中心轴线的夹角为扩散孔 51 的引流角 θ ，引流角 θ 可以为锐角。其中，扩散板 50 的中心轴线的方向，可以与从进气口 31 向匀气腔中进气的方向一致，即引流角 θ 可以理解为气流在经过扩散板 50 时气流方向相对于从进气口 31 流出的气流方向的角度改变量。

通过使得位于扩散板 50 边缘的边缘孔 511 的引流角 θ 为锐角，可以将扩散板 50 上表面边缘位置的气流沿径向向外扩散，同时这部分气流由于在扩散板 50 的边缘孔 511 中具有了水平速度分量，当这部分气流离开扩散板 50 之后，进入到第二子匀气腔中，会继续向外侧边缘位置流动，进一步地在遇到分气板 40 的上表面时，其沿分气板 40 上表面向外流动的能力也会提高，从而使得分气板 40 边缘位置所流过气流与分气板 40 中心位置流过的气流的均匀性提高。

在另外的实现方式中，可以设置成全部的扩散孔 51 的引流角 θ 为 0° ，由于扩散板 50 有较大的流速，会产生憋压效果，会有一定的匀流分气的作用，即使分气板 40 上中间区域的孔会比边缘进气多的趋势不会改变，但是相对于无扩散板 50，这种差异要小很多，因此对于要求不高的工况，也是可以满足要求的。

如图 3-图 5 所示，优选地，位于中心区域的扩散孔 51 的引流角 θ 可以为 0° 。

具体地，本实施例中，扩散板 50 上，除了最外侧一圈的扩散孔 51，其余的扩散孔 51 均朝下，只将中心区域的自进气口 31 进入的气流分散成若干

股向下的气流，至于扩散能力的调节，可以采用孔径 R 的变化和孔密度的分配来实现。

具体地，扩散板 50 下表面在边缘孔 511 处为锥面，采用这样的设置，有利于缩短边缘孔 511 所穿过的扩散板 50 的局部厚度，配合引流角 θ 的调整，可以实现边缘孔 511 与其它的扩散孔 51 的孔深 h 相同，进而在孔径 R 一样的情况下可以获得一致的流阻。

采用以上方式设置扩散孔 51，将更多的扩散孔 51 的钻孔方向统一为垂直于扩散板 50 的厚度方向，可以降低设计难度，降低制造成本，适用于扩散要求不高的情况。

如图 3-图 5 所示，优选地，扩散板 50 的上表面和下表面均为平面且平行设置。

由于扩散板 50 的上表面和下表面均为平面，所以，扩散孔 51 的孔深 h 是一致的，当孔径 R 一样的情况下，流阻也是相同的，可以获得几乎一致的孔流量，不但加工方便，而且也有利于提高分气板 40 的流量一致性。

如图 3 和图 4 所示，优选地，第一子匀气腔具有第一漏斗形部和第一柱形部，进气口 31、第一漏斗形部和第一柱形部由上而下依次排布。

其中，第一漏斗形部的垂直于扩散板 50 的中心轴线的截面面积由上而下递增。第一漏斗形部为设置在盖板 30 下表面的圆锥形或四棱锥形凹陷部，而第一柱形部，为设置在扩散板 50 的上表面的圆柱形凹陷部，二者共同形成第一子匀气腔。

通过将第一子匀气腔设置成进气口 31、第一漏斗形部和第一柱形部由上而下依次排布的形状，可以使得气体自进气口 31 进入后，先通过第一漏斗形部沿径向向外扩散，待进入到第一柱形部的区域后，再通过扩散板 50，从而提高了气体在流入扩散板 50 的扩散孔 51 时的均匀程度，从而最终有利于改善进入到反应腔体 60 内的气体的均匀性。

优选地，第二子匀气腔具有第二漏斗形部和第二柱形部，进气口 31、第二漏斗形部和第二柱形部由上而下依次排布。

其中，第二漏斗形部的垂直于扩散板 50 的中心轴线的截面面积由上而下递增。第二漏斗形部为设置在盖板 30 下表面的圆锥形或四棱锥形凹陷部，而第二柱形部，为设置在分气板 40 的上表面的圆柱形凹陷部，二者共同形成第二子匀气腔。即，盖板 30 下表面的凹陷部，成“锥——柱——锥”的孔状，其中，第一个“锥”即为第一漏斗形部，而“柱”的内壁面则与扩散板 50 的外周面配合以容纳扩散板 50，第二个“锥”为第二漏斗形部。

通过将第二子匀气腔设置成进气口 31、第二漏斗形部和第二柱形部由上而下依次排布的形状，可以使得气体自扩散板 50 的扩散孔 51 排出后，先通过第二漏斗形部沿径向向外扩散，特别是对于边缘区域的一圈边缘孔 511 的轴线向外扩展的情形，可以使得这部分气体充分地沿径向向外扩散。待进入到第二柱形部的区域后，再通过分气板 40 的分气孔 41，从而提高了气体在流入分气板 40 的分气孔 41 时的均匀程度，从而最终有利于改善进入到反应腔体 60 的气体的均匀性。

图 6 为本申请实施例一提供的气体分配装置中的分气板的结构示意图；如图 4 和图 6 所示，优选地，各个分气孔 41 的垂直于分气孔 41 的轴线的截面面积在竖直方向上处处相同。位于分气板 40 的中心区域的分气孔 41 的垂直于其轴线的截面在周向上具有第一尺寸和第二尺寸，第一尺寸大于等于第二尺寸，第一尺寸与第二尺寸所在方向垂直。

示例性的，分气板具有中心区域和环绕中心区域的边缘区域。位于中心区域的分气孔 41 自分气板的中心至分气板的边缘区域，上述第二尺寸呈增大趋势。

在一种实施例中，分气板 40 的中心区域内，每一圈的分气孔 41，相比于其径向内侧的一圈的分气孔 41，第二尺寸均有所增长。而在另外的实现方

式中，可以是相邻的几圈分气孔 41 具有相同的第二尺寸，其外侧的几圈比这几圈的第二尺寸大。例如：最内侧两圈的分气孔 41 具有相同的第二尺寸，而从内侧起第三至第五圈的分气孔 41 的第二尺寸相同，但均比最内侧两圈的分气孔 41 的第二尺寸大，第六圈和第七圈的分气孔 41 的第二尺寸更大，但第六圈和第七圈的第二尺寸相同。

在一些实施例中，在本申请中，分气板 40 的边缘区域内，分气孔 41 的第一尺寸和第二尺寸可以设置为相等。示例性的，分气板 40 的边缘区域内，分气孔 41 的界面形状可为圆形。

将各个分气孔 41 垂直于分气孔 41 的轴线的截面面积设置成在竖直方向上是处处相同的，所以分气孔 41 的流导是几乎一致的，可以保证匀气效果。兼顾了气流和自由基的双重分配效果，即气流流量的均匀性和自由基通过的均匀性，从而改善了对晶圆的加工质量。

由于等离子体自由基在接触到壁面后，会被复合。经过扩散板 50 的辅助扩散后，分气板 40 上方的空间内，扩散板 50 的中心区域的扩散孔 51 的气流中的自由基在第二子匀气腔由中心向外运动的过程中，不可避免接触到分气板 40 的上表面被大量复合，造成外部区域的自由基浓度降低。

对于自由基，其穿过孔时的通过效率主要由最小的尺寸决定，狭长的结构不利于其通过，分子运动碰撞容易接触到孔的内表面。所以将分气板 40 的中部区域的分气孔 41 的第二尺寸缩短，降低自由基从这部分分气孔 41 中的通过效率。而使得边缘区域的分气孔 41 的第二尺寸大于中部区域的分气孔 41，使得其自由基的通过效率较中部区域高。从而削弱乃至消除原有的中部自由基浓度大边缘区域自由基浓度低的效应。使得到达晶圆表面的自由基浓度，在中部区域和边缘区域尽量一致，改善工艺质量。

如图 6 所示，优选地，第一尺寸为分气孔 41 的沿分气板 40 径向的尺寸。

第一尺寸所在方向，即为分气孔 41 的长度方向，将长度方向设置为分

气板 40 的径向，可以在气流沿径向在分气板 40 表面流动时，减少因在分气板 40 上设置孔对气流的径向流动的影响，使其能够持续流动，以使得气流在分气板 40 表面的流动更加顺畅，保证分气板 40 的匀气效果。

在另外的实现方式中，第一尺寸可以不是分气孔 41 的沿分气板 40 的径向尺寸，例如，第一尺寸为分气孔 41 的沿分气板 40 周向的尺寸，即分气孔 41 的长度方向为分气板 40 在分气孔 41 所在位置的切向的尺寸，甚至，各个分气孔 41 的第一尺寸所在方向随机分布，只要第一尺寸和第二尺寸的比例遵守是上述这般的，在同样能够起到通过调整自由基的通过效率以提高自由基浓度的均匀性的效果。

图 7 为本申请实施例一提供的气体分配装置中的分气板的分气孔 41 的部分形状示意图；如图 7 所示，优选地，位于分气板 40 的中心区域的分气孔 41 为椭圆形孔或腰形孔或倒角菱形孔。

将分气孔 41 设定为以上形状，在实现平衡自由基的流量同时，以改善持分气孔 41 的加工性能，降低制造成本。

如图 6 所示，优选地，沿自分气板 40 的中心至分气板 40 的边缘的方向，多个分气孔 41 的第二尺寸呈增大趋势。例如，分气孔 41 的长宽比自分气板 40 的中心向分气板 40 的边缘逐渐减小。即，在分气孔 41 的垂直于分气孔 41 的轴线的截面面积相同的情况下，沿自分气板 40 的中心至边缘的方向，第二尺寸逐渐变长。

通过沿自分气板 40 的中心至分气板 40 的边缘的方向，使多个分气孔 41 的第二尺寸呈增大趋势，例如将分气孔 41 的长宽比逐渐减少，可以使得沿分气板 40 的径向由内向外的方向，分气孔 41 对自由基的通过效率逐渐提高，能够与自由基在分气板 40 上表面的密度逐渐降低相匹配，以便于提高分气板 40 的下表面的自由基密度的均匀性，从而改善对产品的加工质量。

优选地，扩散孔 51 的最小孔径（例如扩散孔 51 为圆形时的孔径为 R）

为气体分子平均自由程的 5 倍~30 倍, 和/或, 扩散孔 51 的孔深 h 为气体分子平均自由程的 5 倍~30 倍, 和/或, 分气孔 41 的最小孔径 R_a 为气体分子平均自由程的 5 倍~30 倍。

其中, 分气孔 41 的最小孔径 R_a , 指的是, 若分气孔 41 为圆形孔时的分气孔 41 的半径, 若分气孔 41 为椭圆形时椭圆的半短轴长度, 或为倒角菱形孔时较短菱形的较短对边长度的一半, 或腰形孔的宽度的一半。

本实施例中, 每一圈的各个扩散孔 51 的孔径 R 是相同的, 但是不同圈之间的扩散孔 51 的孔径可以是均匀地或非均匀地逐渐变大。孔径的设计与自由基的过滤效率相关, 在低压的环境下, 自由基有大量的碰撞运动。随着孔径 R 变小, 自由基在扩散孔 51 内运动时接触到孔壁的概率逐渐增加, 与孔壁解除后产生的复合损失也会增加, 如图 9 所示。同样地, 孔深 h 也是同理, 孔深 h 越大, 复合损失也会增加, 如图 8 所示。因此, 孔径 R 和孔深 h 要参考气体平均分子自由程 $\bar{\lambda}$, 一般在 $\bar{\lambda}$ 的 5 倍~30 倍之间。

而平均分子自由程 $\bar{\lambda}$ 满足以下关系式:

$$\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 \cdot p}$$

其中, k 为常数, T 为气体分子温度, σ 为气体分子碰撞直径, 与气体种类有关, p 为压力。

同理, 若分气孔 41 为圆形的孔径 R , 或分气孔 41 非圆形时的最小孔径 R_a , 也是气体平均分子自由程的 5 倍~30 倍之间。

其中, 以中部区域的分气孔 41 为椭圆形为例, 分气板 40 的设计流程如图 10 所示:

首先, 根据气体和工艺参数 (包括功率、气量、压力等) 进行估算, 以确定自由基的密度 (例如远程等离子体的自由基密度), 以及能将气体均匀分配所需的分气孔 41 的流导; 接着, 确定最外圈的圆形截面的分气孔 41 的孔径和个数; 然后, 根据自由基密度和复合损失概率, 计算可平衡自由基损失

的椭圆短轴长度和长轴长度；然后通过制样，测试实际效果，如果不满足，则根据结果修正计算参数，同时调整圆形和椭圆形的分气孔 41 的数量或直径，直到制样后的工艺结果满足设计要求，循环结束。

实施例二：

图 11 为本申请实施例二提供的气体分配装置中的扩散板的结构示意图；图 12 为本申请实施例二提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图；如图 11 和图 12 所示，本实施例与实施例一的主要区别在于：多个扩散孔 51 分布在扩散板 50 的多个半径不同的圆周上，且沿逐渐远离扩散板 50 的中心的方方向，多个圆周上的扩散孔 51 的引流角 θ 逐渐增加。引流角 θ 为扩散孔 51 的延伸方向与扩散孔 51 的中心轴线的夹角。

具体地，本实施例中，扩散孔 51 在扩散板 50 上是成圈分布的。即在距离扩散板 50 中心位置的某个距离上，可以设置多个扩散孔 51。扩散孔 51 的引流角 θ 逐渐增加，可以是均匀的，也可以是非均匀的。均匀地增加，指的是，每一圈的扩散孔 51 的引流角 θ ，相比于相邻的圈，增加一个固定值，或者所有圈上的扩散孔 51 的轴线共同指向同一点。

此外，引流角 θ 始终保持为锐角，引流的过程非常顺滑、流阻小，对等离子体自由基的壁面复合作用的影响小。可以在小流阻、少复合的条件下，达到了气流和自由基的高效分配的效果，尤其适合 ALD 工艺和设备的要求。

通过使多个圆周上的扩散孔 51 的引流角 θ 沿逐渐远离扩散板 50 的中心的方方向逐渐增加，可以引导自扩散板 50 上方进入到扩散孔 51 中的气流进行分配、折流，协助扩散。有利于使得距离扩散板 50 更远的位置的扩散孔 51 中的气流与扩散板 50 中心位置的气流夹角逐渐增加，增加了上述位置的气流在穿过扩散板 50 之后进一步向外扩散的能力，从而提高了分气板 40 边缘区域的气流浓度，从而改善了分气板 40 上方的气体分布的均匀性，提高了加工质量。

如图 4、图 11 和图 12 所示，优选地，扩散板 50 的下表面为下凸弧面，分气板 40 的上表面为平面。

由于扩散板 50 的下表面为下凸弧面而分气板 40 的上表面为平面，所以扩散板 50 与分气板 40 之间所夹的流体空间不一致，从扩散孔 51 中出来的气流更容易向外挤，进一步向边缘区域扩散。

如图 11 和图 12 所示，优选地，扩散板 50 的上表面为平面。

将扩散板 50 设置成上表面为平面，下表面为下凸弧面的形式，可以实现中心区域的扩散孔 51 和边缘区域的扩散孔 51 的孔有效长度一致，或者边缘区域的扩散孔 51 的孔有效长度更小。

图 13 为本申请实施例二提供的气体分配装置中的扩散板的另一种实现方式的半剖视图；如图 13 所示，优选地，沿气流在扩散孔 51 中流动的方向，扩散孔 51 的孔径逐渐增加。

将扩散孔 51 设置成喇叭孔的形式，可以使得气流在扩散孔 51 内就发生扩散，而不是在孔的内部保持一致的流动方向，进而可以增强扩散的效果，提高气流的均匀性。

实施例三：

图 14 为本申请实施例三提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图；如图 14 所示，本实施例与实施例二的不同之处在于，本实施例中的扩散板 50 的上表面为上凸弧面。

扩散板 50 的上表面是上凸弧面，下表面是下凸弧面，可以实现扩散板 50 的中心区域的扩散孔 51 的孔有效长度 h 更大，而流阻与孔有效长度 h 相关，孔有效长度 h 越大，流阻越大，相应的这部分区域的扩散孔 51 的气量就越小。所以通过调节中心区域的扩散孔 51 与边缘区域的扩散孔 51 的孔有效长度，实现对流阻的调节。

实施例四：

图 15 为本申请实施例四提供的气体分配装置中的扩散板的半剖视图；如图 15 所示，本实施例与实施例三的不同之处在于，本实施例中的扩散板 50 的上表面为下凹弧面。

扩散板 50 的上表面为下凹弧面，下表面为下凸弧面，所以可以实现中心区域和边缘区域的扩散孔 51 的孔有效长度是一致的，同等情况下的流阻也是一致的，那么流量也是一致的，有利于提高气流的均匀性。

总之，扩散板 50 的上表面是水平的还是上凸表面或下凹表面，可以调节不同位置的扩散板 50 板厚，即调节中心区域的扩散孔 51 或边缘区域的扩散孔 51 的孔有效长度 h ，进而调节中心区域和边缘区域的流阻，从而调节进气量。

而通过调节扩散孔 51 的引流角 θ ，可以改变扩散孔 51 的朝向，以调整边缘区域的扩散孔 51 的孔有效长度 h 小于中心区域，使得边缘区域的扩散孔 51 流阻减小，边缘区域的扩散孔 51 可以通过更多的气流，削弱气体的中心聚集效应。而且，调整扩散角 θ ，即使孔有效长度 h 一致，流量一致，也可以使得从扩散孔 51 流出的气体改变方向，使其能够更快地扩散到分气板 40 的上表面边缘位置，提高气流的均匀性。

将边缘孔 511 设置成朝外的斜孔，中心的一圈或一个扩散孔 51 设置成竖直朝下，其余的扩散孔 51 呈放射状梯次渐变增大，可以使得引流角 θ 逐渐增大，通过调节角度，以改变扩散方向和扩散孔 51 的孔有效长度，进而改变调整扩散能力，其结构复杂，可调整的参数多，设计难度大，加工要求和制造成本高，但是能适应不同的工艺类型或硬件条件，特别适合容易壁面复合的远程等离子体自由基和因密度大而难以扩散的气体，如有机源气等。当然，扩散要求和能力取决于机台气流公开的实际需求，引流角 θ 以及中心区域和边缘区域的扩散孔 51 的孔有效长度 h 的差值，并不是越大越好，否则，会逆转中心区域进气多容易聚集的现象，变成边缘区域进气多甚至边缘区域聚集

的情况。实施例三和实施例四分别是实现不同的扩散能力的方案，分别存在与其适应的工况。

实施例五：

如图3所示，本申请实施例五提供的半导体加工设备，包括反应腔体60，设置于反应腔体60中的基座17以及设置于在反应腔体60的上述的气体分配装置。

其中，反应腔体60中还设有侧抽气板70，侧抽气板70与反应腔体60之间构成与设置于反应腔体60底部的抽气口19连通的抽气腔，用以将从进气口31中进入反应腔体60内，并与基座17上的晶圆反应过的气体抽出。具体地，来自进气口31的气流通过上述的气体分配装置进行分气后，流动至反应腔体60内置于基座17上的晶圆（图中未示出）的表面，与基座17上的晶圆反应过的气体被位于反应腔体60内侧部的抽气腔抽出后汇集到抽气口19，排到大气。

在一些实施例中，半导体加工设备例如为原子层沉积设备。

通过在半导体加工设备中设置上述气体分配装置，相应地，该半导体加工设备具有上述气体分配装置的所有优势，在此不再一一赘述。

虽然本申请披露如上，但本申请并非限定于此。任何本领域技术人员，在不脱离本申请的精神和范围内，均可作各种更动与修改，因此本申请的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固

有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

上述实施例中，诸如“上”、“下”等方位的描述，均基于附图所示。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。

因此，本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求 书

1.一种气体分配装置，应用于半导体加工设备；所述半导体加工设备包括反应腔体，所述反应腔体顶部设置有盖板，所述盖板具有与所述反应腔体内连通的进气口；其特征在于，所述气体分配装置用于设置在所述盖板下方，
5 所述气体分配装置包括：分气板和至少一个扩散板；

所述分气板位于所述进气口的下方，且在所述分气板与所述盖板之间构成匀气腔，并且所述分气板具有贯穿所述分气板的板厚的多个分气孔；

所述至少一个扩散板设置于所述匀气腔内，且将所述匀气腔隔成沿竖直
10 方向间隔分布的至少两个子匀气腔；所述至少一个扩散板中每一所述扩散板均具有贯穿所述扩散板的板厚的多个扩散孔；其中，与所述盖板相邻的所述子匀气腔与所述进气口连通；任意相邻的两个所述子匀气腔通过所述扩散孔连通；与所述分气板相邻的所述子匀气腔通过所述分气孔与所述反应腔体内部连通。

15

2.根据权利要求1所述的气体分配装置，其特征在于，所述扩散板具有中心区域和环绕所述中心区域的边缘区域；所述中心区域和所述边缘区域均设有多个所述扩散孔；

位于所述边缘区域的所述扩散孔为边缘孔，所述边缘孔由其进气端至出
20 气端，逐渐远离所述扩散板的中心轴线。

3.根据权利要求2所述的气体分配装置，其特征在于，所述边缘孔的引流角为锐角，所述引流角为所述扩散孔的延伸方向与所述扩散板的中心轴线的夹角。

25

4.根据权利要求3所述的气体分配装置，其特征在于，位于所述中心区域的所述扩散孔的引流角为 0° 。

5.根据权利要求4所述的气体分配装置，其特征在于，所述扩散板的上表面和下表面均为平面且平行设置。

5 6.根据权利要求1所述的气体分配装置，其特征在于，多个所述扩散孔分布在所述扩散板的多个半径不同的圆周上，且沿逐渐远离所述扩散板的中心的方向，多个所述圆周上的所述扩散孔的引流角逐渐增加，所述引流角为所述扩散孔的延伸方向与所述扩散板的中心轴线的夹角。

10 7.根据权利要求1或6所述的气体分配装置，其特征在于，沿气流在所述扩散孔中流动的方向，所述扩散孔的孔径逐渐增加。

8.根据权利要求6所述的气体分配装置，其特征在于，所述扩散板的下表面为下凸弧面，所述分气板的上表面为平面。

15

9.根据权利要求8所述的气体分配装置，其特征在于，所述扩散板的上表面为平面或上凸弧面或下凹弧面。

10.根据权利要求1-6中任意一项所述的气体分配装置，其特征在于，所述盖板面向所述气体分配装置的一侧具有第一凹陷部，所述分气板的上表面与
20 所述第一凹陷部构成所述匀气腔；或者，

所述分气板的上表面具有第二凹陷部，所述第二凹陷部与所述盖板的下表面构成所述匀气腔；或者，

所述盖板面向所述气体分配装置的一侧具有第一凹陷部，所述分气板的上表面具有第二凹陷部，所述第一凹陷部与
25 所述第二凹陷部构成所述匀气腔。

11.根据权利要求 1-6 中任意一项所述的气体分配装置，其特征在于，所述扩散板为一个，所述扩散板将所述匀气腔隔成第一子匀气腔和第二子匀气腔；所述第一子匀气腔与所述进气口连通；

5 所述第一子匀气腔具有第一漏斗形部和第一柱形部，所述进气口、所述第一漏斗形部和所述第一柱形部由上而下依次排布，所述第一漏斗形部的垂直于所述扩散板的中心轴线的截面面积由上而下递增。

12.根据权利要求 1-6 中任意一项所述的气体分配装置，其特征在于，所述扩散板为一个，所述扩散板将所述匀气腔隔成第一子匀气腔和第二子匀气腔；所述第一子匀气腔与所述进气口连通；

所述第二子匀气腔具有第二漏斗形部和第二柱形部，所述进气口、所述第一子匀气腔、所述第二漏斗形部和所述第二柱形部由上而下依次排布，所述第二漏斗形部的垂直于所述扩散板的中心轴线的截面面积由上而下递增。

13.根据权利要求 1-6 中任一项所述的气体分配装置，其特征在于，各个所述分气孔的垂直于所述分气孔的轴线的截面面积在竖直方向上处处相同；

位于所述分气板的中心区域的所述分气孔的垂直于所述分气孔的轴线的截面在周向上具有第一尺寸和第二尺寸，所述第一尺寸大于所述第二尺寸，所述第一尺寸与所述第二尺寸所在方向垂直。

20

14.根据权利要求 13 所述的气体分配装置，其特征在于，所述第一尺寸为所述分气孔的沿所述分气板径向的尺寸。

15.根据权利要求 13 所述的气体分配装置，其特征在于，位于所述分气板的中心区域的所述分气孔为椭圆形孔或腰形孔或倒角菱形孔。

25

16.根据权利要求 13 所述的气体分配装置，其特征在于，沿自所述分气

板的中心至所述分气板的边缘的方向，多个所述分气孔的所述第二尺寸呈增大趋势。

17.根据权利要求 13 所述的气体分配装置，其特征在于，所述扩散孔的
5 最小孔径为气体分子平均自由程的 5 倍~30 倍，和/或，所述扩散孔的孔深为
气体分子平均自由程的 5 倍~30 倍，和/或，所述分气孔的最小孔径为气体分
子平均自由程的 5 倍~30 倍。

18.一种半导体加工设备，其特征在于，包括反应腔体，设置于所述反
10 应腔体中的基座以及设置于所述反应腔体的如权利要求 1-17 中任一项的气
体分配装置。