

静电卡盘及半导体加工设备

技术领域

本发明涉及半导体制造领域，具体地，涉及一种静电卡盘及半导体加工设备。

背景技术

静电卡盘 (Electrostatic Chuck, 简称 ESC) 用于采用静电吸附的方式承载晶圆，避免晶圆在工艺过程中出现移动或错位。在工艺过程中，还需要向静电卡盘与晶圆之间的间隙通入一定压力的背吹气体，用于提高静电卡盘对晶圆的传热能力，避免真空绝热，从而可以提高静电卡盘对晶圆温度的控制能力；此外，静电卡盘还可以为晶圆提供射频偏压。

静电卡盘通常被放置于真空腔室，以物理气相沉积 (Physical Vapor Deposition, 简称 PVD) 设备为例，当晶圆被传送至 PVD 设备的真空腔室中并被放置于静电卡盘上时，真空腔室处于本底真空状态 (本底真空度通常在 10^{-8} Torr 或 10^{-9} Torr 量级)。此时，晶圆与静电卡盘之间处于真空绝热的状态，静电卡盘无法实现对晶圆的控温，需要向二者之间的间隙通入背吹气体并保持一定气压 (例如 1-20Torr)，背吹气体能够在静电卡盘与晶圆之间进行热传递，以实现静电卡盘的控温能力。

静电卡盘可分为库仑型和迥斯热背型 (Johnsen-Rahbek effect, 简称 J-R 型) 两类，库仑型静电卡盘的工作原理是利用在电极与晶圆之间产生的静电引力对晶圆产生吸附作用，而 J-R 型静电卡盘的工作原理是利用在静电卡盘的上表面与晶圆之间产生的静电引力对晶圆产生吸附作用。为了提高热传递效率，通常在静电卡盘的上表面上设置气道，有助于背吹气体通过气道扩散

至晶圆的不同位置处，但是，由于上述库仑型静电卡盘中的电极距离晶圆较近，导致电极上方的介电层的厚度较薄，无法设置上述气道，而 J-R 型静电卡盘中的电极距离晶圆较远，电极上方的介电层较厚，可以制作气道。

但是，对于 J-R 型静电卡盘，现有的气道结构需要通入背吹气体较长时间（100s 以上），才能使背吹气压的稳定性和均匀性达到工艺要求，才能开始进行 PVD 工艺，而 PVD 工艺的时间一般仅在 20-100s 范围内，导致设备产能较低，无法应用于工业生产。

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，提出了一种静电卡盘及半导体加工设备，其可以在保证背吹气压达到稳定性和均匀性要求的前提下，有效缩短背吹气体的通气时间，从而可以提高设备产能。

为实现本发明的目的而提供一种静电卡盘，应用于半导体加工设备中，包括卡盘本体，所述卡盘本体的上表面设置有凸点结构、中心进气孔和气道结构，其中，所述凸点结构位于所述卡盘本体的上表面的非气道区域中，用于承载晶圆，且所述凸点结构具有用于承载晶圆的承载面，所述承载面与所述卡盘本体的上表面之间具有预设间距；

所述气道结构包括环形气道、主气道组和次气道组，其中，所述环形气道位于所述卡盘本体的上表面的边缘处，用以在其内侧限定形成热交换区域；所述主气道组和次气道组均分布在所述热交换区域中，且所述主气道组环绕在所述中心进气孔周围，所述次气道组环绕在所述主气道组周围；

所述主气道组分别与所述中心进气孔和所述次气道组相连通，且设置为能够提高将所述中心进气孔流出的背吹气体输送至所述次气道组的速度；

所述次气道组分别与所述主气道组和所述环形气道相连通，且设置为能够使所述背吹气体在所述热交换区域的不同位置处分布均匀。

可选的，所述主气道组在所述卡盘本体的上表面上的正投影面积相对于

所述卡盘本体的上表面的指定区域面积的占比小于等于 50%，所述指定区域面积为以所述上表面的中心为圆心，直径为指定直径的圆面积。

可选的，所述指定直径小于等于 50mm。

可选的，所述主气道组包括沿所述中心进气孔的周向均匀分布的多条主气道，每条所述主气道均沿所述中心进气孔的径向设置，并且，每条所述主气道的进气端均与所述中心进气孔相连通，每条所述主气道的出气端均与所述次气道组相连通。

可选的，所述主气道的宽度大于等于 0.5mm，且小于等于 3mm；所述主气道的深度大于等于 0.1mm，且小于等于 0.4mm；所述主气道的数量大于等于 9 条，且小于等于 20 条。

可选的，所述次气道组包括一级子气道组，所述子气道组包括多条次气道，每条所述主气道的出气端均与至少一条所述次气道的进气端相连通，且与同一所述主气道相连通的多条所述次气道自该主气道的出气端向远离所述中心进气孔的不同方向延伸；或者，

所述次气道组包括沿远离所述中心进气孔的方向依次环绕的多级子气道组，每级所述子气道组均包括多条次气道，每条所述主气道的出气端均和与之相邻的一级所述子气道组中的至少一条所述次气道的进气端相连通，且与同一所述主气道相连通的多条所述次气道自该主气道的出气端向远离所述中心进气孔的不同方向延伸；上游一级的每条次气道的出气端均和与之相邻的下游一级的至少一条次气道的进气端相连通，且与上游一级的同一次气道相连通的下游一级的多条次气道自该上游一级的次气道的出气端向远离所述中心进气孔的不同方向延伸。

可选的，所述次气道的宽度大于等于 0.5mm，且小于等于 3mm；所述次气道的深度大于等于 0.1mm，且小于等于 0.4mm；所述次气道的数量大于等于 9 条，且小于等于 100 条。

可选的，所述次气道组包括两级所述予气道组，分别为第一级气道组和第二级气道组，其中，所述第一级气道组包括多条第一次气道，每条所述主气道的出气端均和其中三条所述第一次气道的进气端相连通，且与同一所述主气道相连通的三条所述第一次气道中，中间的所述第一次气道与该条主气道同轴，两侧的两个所述第一次气道相对于中间的所述第一次气道对称分布；并且，与不同的所述主气道相连通，且相邻的任意两条所述第一次气道的出气端汇聚成第一公共出气端；

所述第二级气道组包括多条第二次气道，与同一所述主气道相连通的三条所述第一次气道中，中间的所述第一次气道的出气端和其中两条所述第二次气道的进气端相连通，每个所述第一公共出气端均和其中两条所述第二次气道的进气端相连通；并且，任意两条相邻的与所述第一次气道的出气端连通的所述第二次气道和与所述第一公共出气端连通的所述第二次气道的出气端汇聚成第二公共出气端，所述第二公共出气端均与所述环形气道相连通。

可选的，所述次气道组还包括多条过渡气道，各条所述过渡气道的进气端一一对应地与各个所述第二公共出气端相连通，各条所述过渡气道的出气端均与所述环形气道相连通。

可选的，所述环形气道的环形中心线的直径大于等于 270mm，且小于等于 290mm；所述环形气道的径向宽度大于等于 0.5mm，且小于等于 3mm；所述环形气道的深度大于等于 0.1mm，且小于等于 0.4mm。

可选的，所述凸点结构包括均匀分布在所述非气道区域中的多个凸点，多个所述凸点在所述卡盘本体的上表面上的总正投影面积相对于所述卡盘本体的上表面面积的占比大于等于 2%，且小于等于 10%。

可选的，所述预设间距大于等于 $2\mu\text{m}$ ，且小于等于 $10\mu\text{m}$ 。

作为另一个技术方案，本发明还提供一种半导体加工设备，包括工艺腔室和设置在所述工艺腔室中的静电卡盘，所述静电卡盘采用本发明提供的上

述静电卡盘。

本发明具有以下有益效果：

本发明提供的静电卡盘，其气道结构包括环形气道、主气道组和次气道组，其中，环形气道位于靠近卡盘本体的上表面的边缘处，用以在其内侧限定形成热交换区域，以保证该区域内的气压不会受到腔室压力的影响，保证气压的稳定性，使背吹气体能够正常进行热交换；主气道组和次气道组均分布在该热交换区域中，且主气道组环绕在中心进气孔周围，分别与中心进气孔和次气道组相连通，且设置为能够提高将中心进气孔流出的背吹气体输送至次气道组的速度，从而可以保证背吹气体能够快速自中心进气孔向四周扩散，次气道组环绕在上述主气道组周围，分别与主气道组和环形气道相连通，且设置为能够使背吹气体在热交换区域的不同位置处分布均匀。上述主气道组对使背吹气压快速达到稳定性要求起到主要作用，而次气道组对使背吹气体快速达到均匀性要求起到主要作用，因此，通过将上述主气道组和次气道组组合使用，可以在保证背吹气压达到稳定性和均匀性要求的前提下，有效缩短背吹气体的通气时间，从而可以提高设备产能。

本发明提供的半导体加工设备，其通过采用本发明提供的上述静电卡盘，可以在保证背吹气压达到稳定性和均匀性要求的前提下，有效缩短背吹气体的通气时间，从而可以提高设备产能。

附图说明

图1为本发明第一实施例提供的静电卡盘的侧视剖面示意图；

图2为本发明第一实施例提供的静电卡盘的气道结构的一种俯视图；

图3为本发明第一实施例提供的静电卡盘的气道结构的另一种俯视图；

图4为本发明第二实施例提供的静电卡盘的气道结构的俯视图；

图5为本发明第三实施例提供的静电卡盘的整体俯视图；

图6为图5中静电卡盘的局部俯视图；

图7为本发明第三实施例采用的静电卡盘与现有技术的静电卡盘关于平均气压与时间的曲线对比图；

图8为本发明第三实施例采用的静电卡盘与现有技术的静电卡盘关于气压与晶圆位置的曲线对比图。

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静电卡盘及半导体加工设备进行详细描述。

第一实施例

请参阅图1，本实施例提供一种静电卡盘1，其包括卡盘本体11，该卡盘本体11中设置有电极12，该电极12通常与直流电源电连接，用于为吸附晶圆提供电能。通常，上述卡盘本体11位于电极12以上的部分为介电层，位于电极12以下的部分为基座。介电层和基座均由陶瓷材料制作，上述电极12可以采用烧结的方式内嵌在陶瓷材料内部。

本实施例提供的静电卡盘1是一种迥斯热背型（Johnsen-Rahbek effect，简称J-R型）静电卡盘，其工作原理是利用在卡盘本体11的上表面111与晶圆2之间产生的静电引力对晶圆2产生吸附作用。基于此，在本实施例中，卡盘本体11的上表面111设置有凸点结构、中心进气孔和气道结构，其中，该凸点结构包括均匀分布在该非气道区域（除中心进气孔和气道结构之外的区域）中的多个凸点13，由多个凸点13构成的承载面用于承载晶圆2，且该承载面与卡盘本体11的上表面111之间具有预设间距（即，凸点13的高度），该预设间距被设置为能够在卡盘本体11的上表面111与晶圆2之间产生足够的静电引力，以保证避免晶圆2在工艺过程中出现移动或错位。

下述公式为库伦定律公式：

$$F = \frac{KQq}{r^2}$$

其中， F 为静电引力； K 为库仑常数， Q 为上表面 111 的带电量， q 为晶圆 2 的下表面带电量， r 为晶圆 2 的下表面与卡盘本体 11 的上表面 111 之间的间距（针对 J-R 型静电卡盘）。

根据库伦定律公式可知，静电引力 F 与间距 r 的平方成反比，因此，静电引力 F 的大小主要在于间距 r 的大小，该间距 r 越小，静电引力 F 越大。另外，静电引力 F 与上表面 111 的带电量 Q 成正比，因此，上表面 111 的除了凸点结构和气道结构之外的区域面积越大，静电引力 F 越大。

基于上述原理，可选的，多个凸点 13 构成的承载面与卡盘本体 11 的上表面 111 之间的预设间距大于等于 $2\mu\text{m}$ ，且小于等于 $10\mu\text{m}$ 。通过将上述预设间距设定在该数值范围内，既可以保证不会因为预设间距过大而导致静电引力 F 不足，进而造成晶圆 2 在工艺过程中可能出现移动或错位；又可以保证不会因为预设间距小于工艺时通入晶圆 2 与上表面 111 之间的背吹气体的分子平均自由程，而导致背吹气体的热传导能力变差，进而影响静电卡盘的控温能力。

另外，可选的，多个凸点 13 在卡盘本体 11 的上表面 111 上的总正投影面积相对于该上表面 111 的面积占比大于等于 2%，且小于等于 10%。通过将上述占比设定在该数值范围内，既可以保证不会因为占比过大而导致上表面 111 的面积不足，进而造成上表面 111 的带电量 Q 不足，最终导致静电引力 F 不足，又可以保证不会因为占比过小而无法实现对晶圆 2 的均匀且稳固地支撑。

在一些可选的实施例中，多个凸点 13 可以均匀排布在非气道区域中以上表面 111 的中心为圆心，且半径不同的多个圆周上，例如图 5 中所示的多个凸点 13 的排布方式。或者，也可以在非气道区域中阵列排布，该阵列例如为矩形阵列或者其他任意形状的阵列。本发明对多个凸点 13 的数量和排布方式没有特别的限制。

在一些可选的实施例中，凸点 13 可以采用 TAC（不含氢的类金刚石膜）材料，并采用过滤阴极真空电弧（FCVA）的方法制成。采用该方法制成的凸点耐磨性好，可耐受温度高，从而可以提高静电卡盘的寿命。

在一些可选的实施例中，电极 11 与卡盘本体 11 的上表面 111 之间的间距大于等于 0.5mm，且小于等于 2mm，通过将该间距设定在该范围内，可以获得较好的静电引力 F。

请参阅图 2，中心进气孔 112 位于卡盘本体 11 的上表面 111 的中心位置处，用以向上表面 111 与晶圆 2 之间通入背吹气体，以实现二者的热交换，从而实现静电卡盘的控温。

请参阅图 2，气道结构包括环形气道 31、主气道组和次气道组，其中，环形气道 31 位于靠近卡盘本体 11 的上表面 111 的边缘处，用于在其内侧限定形成上述热交换区域（包括内圈区域 111a 和外圈区域 111b），由于卡盘本体 11 的上表面 111 的边缘区域 111c 与腔室内部连通，在该区域气压会骤降，导致背吹气体在该边缘区域 111c 无法进行热交换，在这种情况下，借助上述环形气道 31，可以保证环形气道 31 内侧的热交换区域（包括内圈区域 111a 和外圈区域 111b）内的气压不会受到腔室压力的影响，保证气压的稳定性，使背吹气体能够正常进行热交换。

在一些可选的实施例中，环形气道 31 的环形中心线的直径大于等于 270mm，且小于等于 290mm，优选为 280mm；环形气道 31 的径向宽度大于等于 0.5mm，且小于等于 3mm，优选为 2mm；环形气道 31 的深度大于等于 0.1mm，且小于等于 0.4mm，优选为 0.2mm。上述环形气道 31 的环形中心线的直径、径向宽度和深度的设定范围既可以保证尽可能地扩大上述热交换区域的面积，又可以保证环形气道 31 内侧的热交换区域内的气压不会受到腔室压力的影响，保证气压的稳定性，使背吹气体能够正常进行热交换。

主气道组和次气道组均分布在上述热交换区域中，主气道组环绕在中心

进气孔 112 周围，例如位于图 2 中的内圈区域 111a；次气道组环绕在该主气道组周围，例如位于图 2 中的外圈区域 111b；其中，主气道组分别与中心进气孔 112 和次气道组相连通，且设置为能够提高将中心进气孔 112 流出的背吹气体输送至次气道组的速度，从而可以保证背吹气体能够快速自中心进气孔 112 向四周扩散，即，提高背吹气体的扩散速度，该主气道组对使背吹气压快速达到稳定性要求起到主要作用。

由于上述主气道组位于临近中心进气孔 112 的内圈区域 111a，而中心进气孔 112 处的气压高于其他区域，如果主气道组在卡盘本体 11 的上表面 111 上的正投影面积过大，很容易导致内圈区域 111a 的气压较高，从而造成晶圆在该区域出现“鼓包”现象，为了解决该问题，主气道组在卡盘本体 11 的上表面 111 上的正投影面积相对于指定区域面积 R 的占比小于等于 50%，该指定区域面积 R 为以上表面 111 的中心为圆心，直径为指定直径的圆面积，即为上述内圈区域 111a 的外周缘以内的区域。可选的，该指定直径例如小于等于 50mm，例如为 50mm。当然，主气道组在卡盘本体 11 的上表面 111 上的正投影面积也不宜过小，以保证背吹气体能够快速自中心进气孔 112 向四周扩散，使背吹气压能够快速达到稳定性要求。

在一些可选的实施例中，上述主气道组包括沿中心进气孔 112 的周向均匀分布的多条主气道 32，每条主气道 32 均沿中心进气孔 112 的径向设置，以使背吹气体流向外圈区域 111b 的路径最短，从而可以保证背吹气体能够快速自中心进气孔 112 向四周扩散。并且，每条主气道 32 的进气端均与中心进气孔 112 相连通，每条主气道 32 的出气端均与次气道组相连通。经由中心进气孔 112 流出的背吹气体同时经由各条主气道 32 向四周扩散，并流入次气道组。

在一些可选的实施例中，可以通过设定上述主气道 32 的数量、宽度、深度等参数来调节主气道组在卡盘本体 11 的上表面 111 上的正投影面积，例

如，主气道 32 的宽度大于等于 0.5mm，且小于等于 3mm，优选为 2mm；主气道 32 的深度大于等于 0.1mm，且小于等于 0.4mm，优选为 0.2mm；主气道 32 的数量大于等于 9 条，且小于等于 20 条，优选为 10 条。例如图 2 中示出了 15 条主气道 32。通过将主气道 32 的数量、宽度、深度设定在上述数值范围内，既可以保证主气道组在卡盘本体 11 的上表面 111 上的正投影面积不会因为过大而导致内圈区域 111a 的气压较高，从而造成晶圆在该区域出现“鼓包”现象，又可以保证卡盘本体 11 的上表面 111 上的正投影面积足够大，以使背吹气体能够快速自中心进气孔 112 向四周扩散，从而实现背吹气压快速达到稳定性要求。

需要说明的是，主气道组并不局限于上述实施例采用的结构，在实际应用中，还可以采用其他任意结构，只要能够使背吹气压快速达到稳定性要求即可。

次气道组分别与上述主气道组和环形气道 31 相连通，且设置为能够使背吹气体在热交换区域（包括内圈区域 111a 和外圈区域 111b）的不同位置处分布均匀，也就是说，次气道组能够使背吹气体快速扩散均匀。次气道组对使背吹气体快速达到均匀性要求起到主要作用，因此，通过将上述主气道组和次气道组组合使用，可以在保证背吹气压达到稳定性和均匀性要求的前提下，有效缩短背吹气体的通气时间，从而可以提高设备产能。

需要说明的是，由于上述主气道组和次气道组所在的气道区域与晶圆表面之间的距离较大，而上表面 111 的非气道区域与晶圆表面之间的距离较小，上述主气道组和次气道组可以起到引导背吹气体扩散的作用，同时二者均与非气道区域是连通的，因此，背吹气体在依次沿上述主气道组和次气道组流动之后，会向非气道区域进一步扩散，最终实现整个热交换区域充满背吹气体，从而实现热交换区域与晶圆表面之间的气压达到均匀和稳定。

在一些可选的实施例中，次气道组包括一级子气道组，如图 2 所示，该

级子气道组位于外圈区域 111b 中，且包括多条次气道 33，每条主气道 32 的出气端均与其中两条次气道 33 的进气端相连通，且与同一主气道 32 相连通的两条次气道 33 自该主气道 32 的出气端向远离中心进气孔 112 的不同方向延伸，例如，图 2 中与同一主气道 32 相连通的两条次气道 33 向远离中心进气孔 112，并远离彼此的方向延伸，最终与环形气道 31 相连通。由于每两条次气道 33 用作上述主气道 32 的两条支路，可以使自主气道 32 流出的背吹气体进一步自该主气道 32 的出气端向远离中心进气孔 112 的不同方向扩散，从而可以起到使背吹气体快速达到均匀性要求的作用。

需要说明的是，在实际应用中，与同一主气道 32 相连通的次气道 33 的数量也可以为 1 条，在这种情况下，可以使不同的次气道 33 之间彼此相连通，这同样可以起到使背吹气体快速达到均匀性要求的作用。或者，与同一主气道 32 相连通的次气道 33 的数量还可以为 3 条以上，例如，如图 3 所示，与同一主气道 32 相连通的次气道 33 的数量还可以为 3 条，该数量可以根据具体需要自由设定。

在一些可选的实施例中，次气道 33 的宽度大于等于 0.5mm，且小于等于 3mm，优选为 2mm；次气道 33 的深度大于等于 0.1mm，且小于等于 0.4mm，优选为 0.2mm；次气道 33 的数量大于等于 9 条，且小于等于 100 条，优选为 20 条。通过将次通道 33 的宽度、深度和数量设定在上述数值范围内，可以有效起到使背吹气体快速达到均匀性要求的作用。

还需要说明的是，上述次气道 33 并不局限于采用直通道，其还可以为诸如弯曲通道、折线通道等的其他任意形状的通道，本发明对此没有特别的限制。

第二实施例

请参阅图 4，本实施例提供的静电卡盘，其与上述第一实施例相比，其区别仅在于：次气道组的结构不同，并增设了多条过渡气道 34。下面仅对本

实施例与上述第一实施例的区别进行详细描述。

具体地，如图4所示，在卡盘本体11的上表面111上，在外圈区域111b与环形气道31之间进一步划分一环形过渡区域111d，在此基础上，次气道组包括一级子气道组，该级子气道组位于外圈区域111b中，且包括多条次气道33，每条主气道32的出气端均与其中两条次气道33的进气端相连通，且与同一主气道32相连通的两条次气道33自该主气道32的出气端向远离中心进气孔112的不同方向延伸，例如，图2中与同一主气道32相连通的两条次气道33向远离中心进气孔112，并远离彼此的方向延伸，并且，与不同的主气道32连通的相邻的任意两条次气道33的出气端汇聚成公共出气端A，以实现这两条次气道33之间相互连通，从而可以进一步提高背吹气体快速达到均匀性要求的效率。

而且，上述次气道组还包括多条过渡气道34，多条过渡气道34位于上述环形过渡区域111d，并且各条过渡气道34的进气端一一对应地与各个公共出气端A相连通，各条过渡气道34的出气端均与环形气道31相连通。借助过渡气道34，可以将相互连通的多条次气道33进一步与环形气道31相连通。

需要说明的是，在实际应用中，也可以省去上述过渡气道34，即不设置上述环形过渡区域111d，而使上述公共出气端A直接延伸至环形气道31所在位置，并与之相连通。

本实施例提供的静电卡盘的其他结构和功能与上述第一实施例相同，在此不再赘述。

第三实施例

作为一个优选实施方式，请参阅图5和图6，本实施例提供的静电卡盘，其与上述第一、第二实施例相比，其区别仅在于：次气道组的结构不同。下面仅对本实施例与上述第一、第二实施例的区别进行详细描述。

如图 5 和图 6 所示,次气道组包括沿远离中心进气孔 112 的方向依次环绕的两级子气道组,且均位于上述外圈区域。两级子气道组分别为第一级气道组和第二级气道组,其中,第一级气道组包括多条第一次气道 33a,第二级气道组包括多条第二次气道 33b。

其中,每条主气道 32 的出气端均和其中三条第一次气道 33a 的进气端相连通,且与同一主气道 32 相连通的三条第一次气道中,中间的第一次气道 331 与该条主气道 32 同轴,两侧的两个第一次气道 332 相对于中间的第一次气道 331 对称分布;并且,与不同的主气道 32 相连通,且相邻的任意两条第一次气道 331 的出气端汇聚成第一公共出气端 A1;与同一主气道 32 相连通的三条第一次气道中,中间的第一次气道 331 的出气端均和其中两条第二次气道 33b 的进气端相连通,每个第一公共出气端 A1 均和其中两条第二次气道 33b 的进气端相连通;并且,任意两条相邻的与第一次气道 331 的出气端连通第二次气道 33b 和与第一公共出气端 A1 连通的第二次气道 33b 的出气端汇聚成第二公共出气端 A2,或者说与不同的出气端(包括中间的第一次气道 331 的出气端和第一公共出气端 A1)相连通且相邻的任意两条第二次气道 33b 的出气端汇聚成第二公共出气端 A2,该第二公共出气端 33b 均与环形气道 31 相连通。

可选的,上述次气道组还包括多条过渡气道 34,各条过渡气道 34 的进气端一一对应地与各个第二公共出气端 A2 相连通,各条过渡气道 34 的出气端均与环形气道 31 相连通。

下面以图 5 示出的静电卡盘采用的气道结构为例进行实验,具体参数包括:主气道 32、次气道 33、环形气道 31 和过渡气道 34 的宽度均为 2mm;主气道 32 的数量为 15 条;次气道的总数量为 60 条;环形气道 31 的环形中心线的直径为 280mm。

图 7 为本发明第三实施例采用的静电卡盘与现有技术的静电卡盘关于平

均气压与时间的曲线对比图。如图 7 所示，当平均气压达到 B1 线时，认为此时平均气压的大小满足工艺要求；当平均气压达到 B2 线时，认为此时平均气压的稳定性满足工艺要求，此时可以开始进行 PVD 工艺，通常 B1 的数值是 B2 的数值的 90%。曲线 S1 是现有技术的静电卡盘关于平均气压与时间的曲线；曲线 S2 是本发明第三实施例采用的静电卡盘关于平均气压与时间的曲线，通过对比可知，曲线 S1 上与 B1 线对应的时间点 t_2 （100s 以上）大于曲线 S2 上与 B1 线对应的时间点 t_1 （12s 左右），即，本发明第三实施例采用的静电卡盘相对于现有技术能够更快达到 B1 线和 B2 线，由此可以证明：本实施例提供的静电卡盘，可以在保证背吹气压达到稳定性要求的前提下，有效缩短背吹气体的通气时间。

图 8 为本发明第三实施例采用的静电卡盘与现有技术的静电卡盘关于气压与晶圆位置的曲线对比图。如图 8 所示，曲线 S1 是现有技术的静电卡盘关于气压与晶圆位置的曲线；曲线 S2 是本发明第三实施例采用的静电卡盘关于气压与晶圆位置的曲线，通过对比可知，曲线 S1 的气压大小自晶圆的中心位置（150mm）向边缘位置逐渐减小，且中心位置处的最高气压为 680Pa，边缘位置处的最低气压为 340Pa，气压的均匀性较差。曲线 S2 在晶圆的中心位置（150mm）的气压与在边缘位置的气压之间的差异很小，均在 680Pa 左右，由此可以证明：本实施例提供的静电卡盘，可以有效提高背吹气压的稳定性。

需要说明的是，上述第三实施例仅是给出了一个优选实施例，本发明并不局限于此，在实际应用中，次气道组还可以包括沿远离中心进气孔 112 的方向依次环绕的三级以上的子气道组，在这种情况下，每条主气道 32 的出气端均和与之相邻的一级子气道组中的至少一条次气道的进气端相连通，且与同一主气道 32 相连通的多条次气道自该主气道 32 的出气端向远离中心进气孔 112 的不同方向延伸；上游一级的每条次气道的出气端均和与之相邻的下

游一级的至少一条次气道的进气端相连通，且与上游一级的同一次气道相连通的下游一级的多条次气道自该上游一级的次气道的出气端向远离中心进气孔 112 的不同方向延伸。

本实施例提供的静电卡盘的其他结构和功能与上述第一、第二实施例相同，在此不再赘述。

综上所述，本发明上述各个实施例提供的静电卡盘，通过将上述主气道组和次气道组组合使用，可以在保证背吹气压达到稳定性和均匀性要求的前提下，有效缩短背吹气体的通气时间，从而可以提高设备产能。

作为另一个技术方案，本发明实施例还提供一种半导体加工设备，包括工艺腔室和设置在该工艺腔室中的静电卡盘，该静电卡盘采用本发明上述各个实施例提供的静电卡盘。

本发明实施例提供的半导体加工设备，其通过采用本发明实施例提供的上述静电卡盘，可以在保证背吹气压达到稳定性和均匀性要求的前提下，有效缩短背吹气体的通气时间，从而可以提高设备产能。

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. 一种静电卡盘，应用于半导体加工设备中，包括卡盘本体，其特征在于，所述卡盘本体的上表面设置有凸点结构、中心进气孔和气道结构，其中，所述凸点结构位于所述卡盘本体的上表面的非气道区域中，且所述凸点结构具有用于承载晶圆的承载面，所述承载面与所述卡盘本体的上表面之间具有预设间距；

所述气道结构包括环形气道、主气道组和次气道组，其中，所述环形气道位于所述卡盘本体的上表面的边缘处，用以在其内侧限定形成热交换区域；所述主气道组和次气道组均分布在所述热交换区域中，且所述主气道组环绕在所述中心进气孔周围，所述次气道组环绕在所述主气道组周围；

所述主气道组分别与所述中心进气孔和所述次气道组相连通，且设置为能够提高将所述中心进气孔流出的背吹气体输送至所述次气道组的速度；

所述次气道组分别与所述主气道组和所述环形气道相连通，且设置为能够使所述背吹气体在所述热交换区域的不同位置处分布均匀。

2. 根据权利要求 1 所述的静电卡盘，其特征在于，所述主气道组在所述卡盘本体的上表面上的正投影面积相对于所述卡盘本体的上表面的指定区域面积的占比小于等于 50%，所述指定区域面积为以所述上表面的中心为圆心，直径为指定直径的圆面积。

3. 根据权利要求 2 所述的静电卡盘，其特征在于，所述指定直径小于等于 50mm。

4. 根据权利要求 1-3 任意一项所述的静电卡盘，其特征在于，所述主气道组包括沿所述中心进气孔的周向均匀分布的多条主气道，每条所述主气道均沿所述中心进气孔的径向设置，并且，每条所述主气道的进气端均与所述

中心进气孔相连通，每条所述主气道的出气端均与所述次气道组相连通。

5. 根据权利要求4所述的静电卡盘，其特征在于，所述主气道的宽度大于等于0.5mm，且小于等于3mm；所述主气道的深度大于等于0.1mm，
5 且小于等于0.4mm；所述主气道的数量大于等于9条，且小于等于20条。

6. 根据权利要求4所述的静电卡盘，其特征在于，所述次气道组包括一级子气道组，所述子气道组包括多条次气道，每条所述主气道的出气端均与至少一条所述次气道的进气端相连通，且与同一所述主气道相连通的多条
10 所述次气道自该主气道的出气端向远离所述中心进气孔的不同方向延伸；或者，

- 所述次气道组包括沿远离所述中心进气孔的方向依次环绕的多级子气道组，每级所述子气道组均包括多条次气道，每条所述主气道的出气端均和与之相邻的一级所述子气道组中的至少一条所述次气道的进气端相连通，且
15 与同一所述主气道相连通的多条所述次气道自该主气道的出气端向远离所述中心进气孔的不同方向延伸；上游一级的每条次气道的出气端均和与之相邻的下游一级的至少一条次气道的进气端相连通，且与上游一级的同一次气道相连通的下游一级的多条次气道自该上游一级的次气道的出气端向远离所述中心进气孔的不同方向延伸。

20

7. 根据权利要求6所述的静电卡盘，其特征在于，所述次气道的宽度大于等于0.5mm，且小于等于3mm；所述次气道的深度大于等于0.1mm，
且小于等于0.4mm；所述次气道的数量大于等于9条，且小于等于100条。

8. 根据权利要求6所述的静电卡盘，其特征在于，所述次气道组包括两级所述子气道组，分别为第一级气道组和第二级气道组，其中，所述第一级气道组包括多条第一次气道，每条所述主气道的出气端均和其中三条所述
25

第一次气道的进气端相连通，且与同一所述主气道相连通的三条所述第一次气道中，中间的所述第一次气道与该条主气道同轴，两侧的两个所述第一次气道相对于中间的所述第一次气道对称分布；并且，与不同的所述主气道相连通，且相邻的任意两条所述第一次气道的出气端汇聚成第一公共出气端；

- 5 所述第二级气道组包括多条第二次气道，与同一所述主气道相连通的三条所述第一次气道中，中间的所述第一次气道的出气端和其中两条所述第二次气道的进气端相连通，每个所述第一公共出气端均和其中两条所述第二次气道的进气端相连通；并且，任意两条相邻的与所述第一次气道的出气端连通的所述第二次气道和与所述第一公共出气端连通的所述第二次气道的出
- 10 气端汇聚成第二公共出气端，所述第二公共出气端均与所述环形气道相连通。

9. 根据权利要求 8 所述的静电卡盘，其特征在于，所述次气道组还包括多条过渡气道，各条所述过渡气道的进气端一一对应地与各个所述第二公共出气端相连通，各条所述过渡气道的出气端均与所述环形气道相连通。
- 15

10. 根据权利要求 1-3 任意一项所述的静电卡盘，其特征在于，所述环形气道的环形中心线的直径大于等于 270mm，且小于等于 290mm；所述环形气道的径向宽度大于等于 0.5mm，且小于等于 3mm；所述环形气道的深度大于等于 0.1mm，且小于等于 0.4mm。
- 20

11. 根据权利要求 1 所述的静电卡盘，其特征在于，所述凸点结构包括均匀分布在所述非气道区域中的多个凸点，多个所述凸点在所述卡盘本体的上表面上的总正投影面积相对于所述卡盘本体的上表面面积的占比大于等于 2%，且小于等于 10%。
- 25

12. 根据权利要求 1 或 11 所述的静电卡盘，其特征在于，所述预设间

距大于等于 $2\text{ }\mu\text{m}$ ，且小于等于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 。

13. 一种半导体加工设备，包括工艺腔室和设置在所述工艺腔室中的静电卡盘，其特征在于，所述静电卡盘采用权利要求 1-12 任意一项所述的静电卡盘。
- 5