

真空吸附系统及方法

技术领域

本申请涉及一种用于在半导体处理腔室中对晶圆进行加热的装置，尤其涉及一种真空吸附式加热器。本申请还涉及可与真空吸附式加热器配合使用的真空吸附系统、以及利用真空吸附系统吸附晶圆的方法。

背景技术

晶圆或基板是用于制备半导体装置的基底。为了制备半导体装置（例如集成电路、半导体发光装置等），需要将晶圆或基板放置于半导体处理腔室（也称反应腔室）进行加热及沉积处理（例如，化学气相沉积(CVD)、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)等），以在晶圆或基板的表面沉积薄膜。在处理过程中，可通过真空吸附等方式将晶圆固定在处理腔室内的加热器上。

然而，现有的真空吸附式加热器、真空吸附系统及其吸附方法存在诸多缺点。

例如，加热器的晶圆承载表面和晶圆之间是面接触，容易产生接触不均匀。例如，由于承载表面及晶圆自身的表面粗糙度及其加工误差等原因，当将晶圆放置于承载表面上时，二者可能不能完全地、均匀地贴合，可能有些位置悬空或者在不同位置存在不均匀的间隙。

在这种情况下，一方面可能导致加热器加热时晶圆的各个位置受热不均，因而加热效果不佳，甚至影响晶圆的合格率；另一方面，可能会导致在操作过程中，对晶圆的真空吸附力不够，吸附效果不好；甚至晶圆有可能在承载表面上发生移动，尤其是在气流量大、压力高的处理腔室内，晶圆移动的可能性更大。

另外，有些真空吸附式加热器上的真空吸附结构（例如加热盘上的通孔、加热盘内部的吸附管路等）由于其尺寸过小、深度较深等原因而不易加工，加工难度较大、加工成本较高。

此外，现有的真空吸附系统一般仅通过真空泵来抽吸加热器内部的吸附管路中的气体（空气），借此控制晶圆的背面（即，与加热器的晶圆承载表面接触的面）与正面的

压力差，因此在吸附及释放晶圆的过程中，仅可通过操作真空泵（或真空泵管路上的阀门）来控制加热器内部的吸附管路中的气压，从而控制晶圆的背面与正面的压力差借此控制对晶圆的吸附力。然而，这种方式非常不便于（甚至无法）根据需要调节对晶圆的吸附力；并且，在释放晶圆的过程中，只能通过关闭真空泵（或真空泵管路上的阀门）、同时让反应腔室内的气体自动流动至加热器内部的吸附管路中直至晶圆的背面，来使得晶圆背面的压力达到与正面压力大致相同，从而释放晶圆，这整个过程耗时较长，因而降低了作业效率。

因此，有必要对现有技术中的真空吸附式加热器、真空吸附系统以及利用真空吸附系统吸附晶圆的方法进行改进，以解决上述技术问题。

发明内容

本申请的目的旨在至少解决上述现有技术中的问题之一，而提供一种改进的真空吸附式加热器。该加热器能够使得放置于承载表面上的晶圆与承载表面之间形成均匀的点接触，因而在操作过程中不仅能够有效地吸附晶圆，防止晶圆在加热器承载表面上发生移动（即使是在气流量大、压力高的反应腔室内），而且使得整个晶圆均匀受热，因而提高了晶圆的产品质量。

同时，本申请还提供一种真空吸附系统，利用该真空吸附系统吸附晶圆时，在吸附及释放晶圆的过程中，均可方便地调节加热器内部的吸附管路中的气压，从而调节晶圆背面与正面的压力差（即调节吸附力的大小），因而不仅能够满足晶圆的各种吸附需要（例如晶圆的有些处理工艺需要较大的吸附力，而有些工艺需要较小的吸附力），而且在释放晶圆的过程中，可以通入气体使晶圆背面的压力快速上升至等于甚至大于其正面的压力，因而能在短时间内消除吸附力而释放晶圆，有利于提高作业效率。

本申请还提供了利用上述真空吸附系统吸附晶圆的方法，该方法能够有效地实现调节吸附晶圆的吸附力的目的，因而适用范围广泛，并且有助于提高处理晶圆的作业效率。

本申请的一些实施例提供了一种真空吸附系统，其用于吸附及释放位于反应腔室内的、真空吸附式加热器的承载表面上的晶圆，所述反应腔室具有抽气口，所述真空吸附式加热器具有通气口，所述系统包括：第一管路，其用于将所述反应腔室的抽气口与真空泵流体耦合；第二管路，其用于将所述真空吸附式加热器的通气口与所述真空泵流体

耦合；及第三管路，其连接至所述第二管路且用于将来自气体源的气体供应到所述真空吸附系统。

在本申请的一些实施例中，所述第二管路上靠近所述通气口处安置有第一阀门，所述第三管路连接至所述第二管路上的所述第一阀门的下游。

在本申请的一些实施例中，所述第三管路上安置有第二阀门。

在一实施例中，所述第三管路上进一步安置有气压控制器，其用于调节供应至所述真空吸附系统的气体的流量。所述气压控制器可包括质量流量控制器、可调流量阀和气压测量装置。

在一实施例中，所述第一管路上安置有节流阀；所述第二管路在所述第一阀门的下游分叉为第一歧管路和第二歧管路；所述第一歧管路的另一端连接到所述反应腔室的所述抽气口和所述节流阀之间的所述第一管路上，第三阀门安置于所述第一歧管路上；所述第二歧管路的另一端连接到所述真空泵，第四阀门安置于所述第二歧管路上。

在一实施例中，所述第二歧管路上进一步安置有气压测量装置。

在一实施例中，所述第一阀门、第二阀门、第三阀门和第四阀门均为电磁气动阀。

本申请的一些实施例还提供了一种利用根据本申请的任一实施例所述的真空吸附系统吸附晶圆的方法，其包括：在吸附和/或释放所述晶圆的过程中，利用所述第二管路和所述第三管路将来自所述气体源的气体供应到所述真空吸附式加热器内部的吸附管路中，以调节所述晶圆的背面与正面的压力差，其中所述吸附管路与所述通气口流体连通。

在本申请的一些实施例中，在吸附所述晶圆的过程中，利用所述第二管路和所述第三管路将来自所述气体源的气体供应到所述吸附管路，使所述晶圆的背面的压力保持比其正面的压力小 30-150 Torr。

在本申请的一些实施例中，在释放所述晶圆的过程中，利用所述第二管路和所述第三管路将来自所述气体源的气体供应到所述吸附管路，使所述晶圆的背面的压力升高至大于或等于其正面的压力。例如，使所述晶圆背面的压力升高至比其正面的压力大 5-10 Torr。

本申请的一些实施例提供了一种利用根据本申请的任一实施例所述的真空吸附系

统吸附晶圆的方法，其包括如下步骤：

- (a) 放置所述晶圆：在所述真空吸附系统处于关闭状态时，将所述晶圆放置于所述反应腔室内的所述真空吸附式加热器的承载表面上；
- (b) 吸附所述晶圆：启动所述真空吸附系统，通过所述第二管路持续地抽吸所述真空吸附式加热器内部的吸附管路中的气体，使所述晶圆的背面的压力保持小于其正面的压力，从而将所述晶圆吸附在所述真空吸附式加热器的承载表面上，其中所述吸附管路与所述通气口流体连通；以及
- (c) 释放所述晶圆：在对所述晶圆处理完毕后，停止抽吸所述真空吸附式加热器内部的吸附管路中的气体，并且利用所述第二管路和所述第三管路将来自所述气体源的气体供应到所述吸附管路，以使得所述晶圆的背面的压力升高至等于或大于其正面的压力，以释放所述晶圆。

在一些实施例中，上述方法进一步包括如下步骤中的至少一者：

(a1) 在步骤(a)之前，加热所述真空吸附式加热器的所述承载表面（例如，加热至 450-500℃），并通过所述真空泵将所述反应腔室抽吸至真空状态；及

(a2) 在步骤(a)之后、步骤(b)之前，向所述反应腔室内注入气体，使所述反应腔室内的气压上升。

在一些实施例中，在步骤(a2)中，当所述反应腔室内的气压上升到超过阈值（例如 100 Torr）时，开始步骤(b)。

在一些实施例中，在步骤(b)中，在利用所述真空泵通过所述第二管路持续地抽吸所述真空吸附式加热器内的所述吸附管路中的气体的同时，通过所述第二管路和所述第三管路将来自所述气体源的气体供应到所述吸附管路中，从而使所述晶圆的背面的气压保持比其正面的气压小 30-150 Torr。

如上所述，在本申请的一些实施例中，所述第一管路上安置有节流阀；所述第二管路上靠近所述通气口处安置有的第一阀门；所述第三管路连接至所述第二管路上的所述第一阀门的下游，且所述第三管路上安置有第二阀门；所述第二管路在所述第一阀门的下游分叉为第一歧管路和第二歧管路；所述第一歧管路的另一端连接到所述反应腔室的所述抽气口和所述节流阀之间的所述第一管路上，第三阀门安置于第一歧管路上；且所述第二歧管路的另一端连接到所述真空泵，第四阀门安置于第二歧管路上。

在一些实施例中，在执行步骤（a1）期间，所述第一阀门、所述第二阀门、所述第三阀门、所述第四阀门均关闭，所述节流阀打开。

在一些实施例中，在执行步骤（b）期间，所述第一阀门、所述第二阀门和所述第四阀门均打开，所述第三气动阀关闭。

在一些实施例中，在步骤（b）中，调节所述第三管路（C）中的气体的流量，使得所述晶圆的背面的气压保持比其正面的气压小 30-150 Torr。

在一些实施例中，在执行所述步骤（c）期间，所述第一阀门、第二阀门和所述第三阀门均打开，所述第四阀门关闭。

在一些实施例中，在步骤（c）中，调节所述第三管路中的气体的流量，使得所述晶圆的背面的压力升高至等于或大于其正面的压力。例如，调节所述第三管路（C）中的气体的流量，使得所述晶圆的背面的压力升高至比其正面的压力大 5-10 Torr。

附图说明

为了更清楚地说明本申请的具体实施方式及所产生的技术效果，下面结合附图阐述本申请的具体实施例。为了表达清楚及便于图面的布置，这些附图并非完全按比例绘制，例如，有些图被放大以示出局部的细节，而有些被缩小以示出整体结构。为了清楚起见，附图可能并未示出给定设备或装置的全部组件。最后，在整个说明书和附图中，使用相同的附图标记来表示相同特征。其中：

图 1 是根据本申请某些实施例的真空吸附式加热器整体结构的立体示意图；

图 2 是图 1 所示的真空吸附式加热器的加热盘的俯视图，其更清楚地示出了该加热盘的主体的上表面（即，用于承载晶圆的表面）中凹槽和凸点的第一种分布方式；

图 2A 是图 2 的 A 处放大视图，其特别示出了加热盘上的通孔位于最内圈的环形凹槽中，且直径大于该环形凹槽的宽度；

图 3 类似于图 2，其也为加热盘的俯视图，示出了加热盘的上表面中凹槽和凸点的第二种分布方式；

图 4 也类似于图 2，其也为加热盘的俯视图，示出了加热盘的上表面中凹槽和凸点的第三种分布方式；

图 5 也类似于图 2，其也为加热盘的俯视图，示出了加热盘的上表面中凹槽和凸点的第四种分布方式；

图 6 也类似于图 2，其也为加热盘的俯视图，示出了加热盘的上表面中凹槽和凸点的第五种分布方式；

图 7 也类似于图 2，其也为加热盘的俯视图，示出了加热盘的上表面中凹槽和凸点的第六种分布方式；

图 8 也类似于图 2，其也为加热盘的俯视图，示出了加热盘的上表面中凹槽和凸点的第七种分布方式；

图 9 是图 1 所示的真空吸附式加热器的主视图，其示出了该真空吸附式加热器的正面的结构；

图 10 为图 9 的 B-B 剖视图，其示出了剖视位置处的该真空吸附式加热器的内部结构；

图 11 是图 1 所示的真空吸附式加热器的左视图，其示出了该加热器的侧面的结构；

图 12 为图 11 的 C-C 剖视图，其示出了剖视位置处的该真空吸附式加热器的内部结构；

图 12A 为图 12 的 D 处放大视图，其大体示意性地示出了凸点、凹槽、通孔在垂直方向的结构；以及

图 13 为根据本申请某些实施例的真空吸附系统的结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图具体描述本申请的实施例。通过参考附图来阅读关于下面具体实施例的描述，就更容易理解本申请的各个方面。需要说明的是，这些实施例仅仅是示例性的，其仅用于解释、说明本申请的技术方案，而并非对本申请的限制。本领域技术人员在这些实施例的基础上，可以作出各种变型和变换（例如改变加热盘的主体的上表面中的凹槽和凸点的尺寸和/或布局等）。所有以等同方式变换获得的技术方案均属于本申请的保护范围。

本说明书中所使用的各种部件的名称仅出于说明的目的，并不具备限定作用，不同厂商可使用不同的名称来指代具备相同功能的部件。

真空吸附式加热器

图 1 是根据本申请一种实施例的真空吸附式加热器的整体结构的立体示意图。如图 1 中所示，该真空吸附式加热器主要包括加热盘 10。加热盘 10 包括大体为盘状的主体 1 和位于主体 1 下方的支撑轴 2。

如图 1 中所示，主体 1 具有用于承载晶圆的上表面 11。在工作过程中，加热盘 10 的主体 1 位于一反应腔室内，可通过机械手等传送装置将晶圆（图中未示出）放置于主体 1 的上表面 11，然后通过真空吸附的方式将其固定。在将晶圆固定后，可对其进行沉积处理等操作。

参见图 1 并结合图 9-12，在本申请的一些实施例中，加热盘 10 的主体 1 和位于主体 1 下方的支撑轴 2 形成为一体。例如，二者可均由陶瓷制成，然后通过粘附或焊接等方式将二者形成为一体。与采用分体结构（即，主体和支撑轴以可拆卸的方式组装在一起）的加热盘相比，本申请中这种形成为一体的结构不仅省去了将二者安装固定和密封的步骤，而且也省去了二者之间的密封元件，并且密封性能大大改善，因而有效提升了真空吸附的效果。

继续参见图 1 和图 9-12，在外部结构上，该真空吸附式加热器还进一步包括位于支撑轴 2 外部且至少部分环绕支撑轴 2 的冷却块 50、以及位于冷却块 50 外部并夹持冷却块 50 的固定块 60。固定块 60 用于将该真空吸附式加热器固定于机台上。冷却块 50 和固定块 60 的具体结构均可采用本领域已知的设计，此处不再赘述。

就内部结构而言，该真空吸附式加热器进一步包括位于主体 1 内部的加热元件（图中未示出）和与加热元件电连接的加热棒 40。加热元件可包括但不限于电阻丝。加热棒 40 可包括导电良好的材料，例如铜、镍等。加热元件、加热棒 40 及它们之间的电连接均可采用本领域已知的设计，此处不再赘述。

如图 10 和 12 所示，支撑轴 2 为空心结构，其内部可容纳多个依次层叠的石英块 20 和/或聚醚醚酮（PEEK）块 30。加热棒 40 位于支撑轴 2 的内部且贯穿所述石英块 20 和/或 PEEK 块 30，并能够与外界电源电连接。当接通电源时，加热元件会发热，并将热量传递给加热盘 10 的主体 1 上的晶圆。加热棒 40 也会产生热量。环绕加热棒 40 的石

英块 20 和 PEEK 块 30 有助于保持支撑轴 2 内部的热量基本不散失或散失很少，从而有助于将热量传递至晶圆，以对其进行加热。石英块 20 和 PEEK 块 30 还用于实现支撑轴 2 内部各组件之间的电绝缘。

在本申请中，对加热盘 10 的主体 1（尤其是承载晶圆的上表面 11）的结构进行了特别设计。具体如下所述。

参见图 1、图 2 和图 2A，其中图 2 是图 1 中所示的加热盘 10 的俯视图，图 2A 为图 2 的 A 处放大视图。在本申请中，加热盘 10 的主体 1 进一步具有如下结构：

- ◆ 自上表面 11 向下延伸的多个凹槽 12，这些凹槽 12 中的至少一部分凹槽 12 彼此流体连通；

- ◆ 一或多个通孔 13，其与至少一个凹槽 12 流体连通的；以及

- ◆ 位于上表面 11 上的多个凸点 14，其用于支撑晶圆。

在本申请所给出的一些实施例中，多个凹槽 12 和多个凸点 14 在上表面 11 上均大体上均匀分布。本领域技术人员理解，多个凹槽 12 和多个凸点 14 也可以不是均匀分布，或者其中的一者均匀分布。例如，在某些实施例中，多个凹槽 12 大体上均匀分布，而多个凸点 14 不均匀分布（例如中间部分的凸点较密集，而周围的凸点较稀疏）；在某些实施例中，多个凸点 14 大体上均匀分布，而多个凹槽 12 不均匀分布（例如越靠近中间部分，凹槽越密集，而越往外周，凹槽越稀疏）。

与现有技术不同，在本申请中，由于上表面 11 具有凸点 14，因而晶圆与加热盘的主体的上表面 11 可形成均匀的点接触，二者之间可具有均匀的间隙，即，这些凸点 14 使得晶圆与其承载表面（即主体 1 的上表面 11）之间接触更加均匀，因而有助于使晶圆的各个部分受到均匀的吸附力以及均匀的加热，从而方便对晶圆的加工，有助于保证晶圆表面的成膜质量及提高其合格率。

在本申请的一些实施例中，如图 1 和图 2 中所示，多个凹槽 12 包括多个呈同心圆布置的环形凹槽 121 和将环形凹槽 121 流体连通的径向凹槽 122。在一个实施例中，所有的径向凹槽 122 均将相邻的环形凹槽 121 流体连通，从而所有的环形凹槽 121 和径向凹槽 122 均流体连通。因此，所有的凹槽 12 均完全地流体连通。因此，通过对一个凹槽 12 抽吸真空即可实现对所有的凹槽 12 抽吸真空，从而提供对晶圆的吸附力。

在本申请的一些实施例中，环形凹槽 121 和径向凹槽 122 的宽度均为 0.5-1.5mm、

深度均小于或等于 1.0mm；相邻的环形凹槽 121 之间的间距为 10-50mm。更优选地，环形凹槽 121 和径向凹槽 122 的宽度均为 0.5-1.0mm、深度均小于或等于 0.5mm；相邻的环形凹槽 121 之间的间距为 15-50mm。具有上述尺寸范围的凹槽既便于加工，又有助于有效地实现对晶圆的吸附。仅出于示例性说明的目的，本申请的附图展示了特定数量的环形凹槽 121 和径向凹槽 122。应了解，加热盘 10 可具有任意合适数量的环形凹槽 121 和径向凹槽 122。

进一步，如图 2 和 2A 中所示，在本申请的一些实施例中，主体 1 上可仅包括一个通孔 13，该通孔 13 位于一个凹槽 12 处，例如位于最内侧的环形凹槽 121 上，因而与该环形凹槽 121 流体连通，如图 2A 中所示。在其他实施例中，该通孔 13 也可位于其他的凹槽 12 处。另外，如图 2A 中所示，该通孔 13 的直径大于凹槽 12 的宽度，例如可为 0.8-1.8mm。由于通孔较深，直径在该尺寸范围内的通孔 13 便于加工，且能够达到很好的吸附效果。只设置一个通孔 13 也减化了加工工艺，节省了加工成本。在其他实施例中，主体 1 上也可设置多个通孔 13。

在本申请的一些实施例中，如图中所示，每一凸点 14 可大体为圆形，但本申请并不限于此。在制作加热盘 1 的主体 10 时，凸点 14 可直接烧结成形在上表面 11 上。在一些实施例中，每一凸点 14 的直径为 1.0-3.0mm，且高度小于或等于 0.2mm；相邻的凸点 14 之间的间距为 3-20mm。具有该尺寸范围的凸点既便于加工成形（例如便于加热盘 10 的主体 1 的模具的设计），又能够有效地实现与晶圆的均匀接触。优选地，每一凸点 14 的直径为 1.5-2.5mm，且高度小于或等于 0.1mm；相邻的凸点 14 之间的间距为 5-15mm。具有该尺寸范围的凸点更加有助于其生产加工，也有助于提供与晶圆的均匀接触。

为了达到更优的技术效果，在设计加热盘 10 的主体 1 的上表面 11 的结构时，需要考虑凹槽 12 的分布和凸点 14 的分布的搭配，下面将结合附图描述几种示例性的方案。应理解，凹槽 12 和凸点 14 的分布方式并不限于这几种方案。

在第一类方案中，如图 2-4 所示，主体 1 的上表面 11 共包括 7 个环形凹槽 121。环形凹槽 121 和径向凹槽 122 的宽度均为 1.0mm，深度均为 0.5mm；且相邻的环形凹槽 121 之间的间距为 21.5mm。在这类方案中，环形凹槽 121 较为密集，因而使得工作过程中吸附力更均匀，对晶圆的吸附效果好。

在这类方案的第一个实施例中，如图 2 所示，每一凸点 14 的直径为 2.0mm，且高

度为 0.1mm；且多个凸点 14 沿圆周分布，从而构成多个同心圆，位于同一圆周上的相邻的凸点 14 之间以及相邻圆周之间的间距为 7mm。这种结构有助于实现从周向上对晶圆的均匀支撑。

在这类方案的第二个实施例中，如图 3 所示，每一凸点 14 的直径为 2.0mm，且高度为 0.1mm；且多个凸点 14 呈三角形分布（例如，距离最近的三个凸点 14 可构成等边三角形），相邻的凸点 14 之间的间距为 10mm。

在这类方案的第三个实施例中，如图 4 所示，每一凸点 14 的直径为 2.0mm，且高度为 0.1mm；且多个凸点 14 呈三角形分布（例如，距离最近的三个凸点 14 可构成等边三角形），相邻的凸点 14 之间的间距为 5mm。

在第二类方案中，如图 5-8 所示，主体 1 的上表面 11 共包括 4 个环形凹槽 121。环形凹槽 121 和径向凹槽 122 的宽度均为 1.0mm，深度均为 0.5mm；且相邻的环形凹槽 121 之间的间距为 43mm。在这类方案中，环形凹槽 121 较为稀疏，具有这样的结构的加热盘 10 更便于生产加工，模具设计及制造更方便，因而降低了生产成本。

在这类方案的第一个实施例中，如图 5 所示，每一凸点 14 的直径为 2.0mm，且高度为 0.1mm；且多个凸点 14 沿圆周分布，从而构成多个同心圆，位于同一圆周上的相邻的凸点 14 之间以及相邻圆周之间的间距为 7mm。这种结构有助于实现从周向上对晶圆的均匀支撑。

在这类方案的第二个实施例中，如图 6 所示，每一凸点 14 的直径为 2.0mm，且高度为 0.1mm；且多个凸点 14 沿圆周分布，从而构成多个同心圆，位于同一圆周上的相邻的凸点 14 之间以及相邻圆周之间的间距为 15mm。在这种结构中，凸点 14 更为稀疏，因而便于加工。

在这类方案的第三个实施例中，如图 7 所示，每一凸点 14 的直径为 2.0mm，且高度为 0.1mm；且多个凸点 14 呈三角形分布（例如，距离最近的三个凸点 14 可构成等边三角形），相邻凸点 14 之间的间距为 10mm。

在这类方案的第四个实施例中，如图 8 所示，每一凸点 14 的直径为 2.0mm，且高度为 0.1mm；且多个凸点 14 呈三角形分布（例如，距离最近的三个凸点 14 可构成等边三角形），相邻凸点 14 之间的间距为 5mm。

本领域技术人员能够理解：相邻的环形凹槽 121 之间的间距是两个环形凹槽的相应

点之间的距离，即，一环形凹槽 121 的最外边缘（或中心线或最内边缘）上的相应点与另一环形凹槽 121 的最外边缘（或中心线或最内边缘）上的相应点之间的距离。凹槽的宽度是指凹槽的两个边缘上的相应点之间的距离，深度是指从凹槽的底面到凹槽顶部边缘之间的距离。同理，相邻凸点 14 之间的间距也是指两个凸点 14 上的相应点（例如凸点的圆心）之间的距离。

进一步参见图 12 及图 12A，图 12 为示出该真空吸附式加热器的部分内部结构的剖视图，图 12A 为图 12 的 D 处放大图，其特别示出加热盘 10 的主体 1 上的凸点 14、凹槽 12、通孔 13 在垂直方向的结构。如图 12A 中所示，通孔 13 的直径大于凹槽 12 的宽度。在一些实施例中，通孔 13 的直径可为 0.8-1.8mm。这样的尺寸设计既有助于通孔 13 的加工，又有助于达到良好的吸附效果。

如图 12 中所示，该真空吸附式加热器还包括贯穿石英块 20 和/或 PEEK 块 30 的贯通孔 131，该贯通孔 131 的上端与通孔 13 流体连通，且下端能够在操作期间流体耦合到真空泵，从而真空泵可通过管路及该贯通孔 131、通孔 13 抽吸凹槽 12 内的气体，使晶圆背面与正面产生压力差，借此吸附晶圆。在一些实施例中，贯通孔 131 的直径为 2-3mm；每一石英块 20 或 PEEK 块 30 中的贯通孔 131 的深度为 20-25mm。具有该深度及直径的贯通孔便于加工生产。

为了提高吸附效果，如图 12 中所示，该真空吸附式加热器进一步包括位于石英块 20 和/或 PEEK 块上、贯通孔 131 周围的密封圈 16，从而提高了密封效果，防止或减少气体泄露。

此外，如图 12 中所示，该真空吸附式加热器还包括位于加热棒 40 与石英块 20 和/或 PEEK 块 30 之间的密封圈 15。该密封圈 15 套设于加热棒 40 上，并夹持于相邻的石英块 20 和/或 PEEK 块 30 之间，因而能够牢固地固定。

真空吸附系统及吸附晶圆的方法

下面介绍根据本申请所提供的真空吸附系统以及利用该真空吸附系统吸附晶圆的方法。该真空吸附系统既可以与本说明书所描述的真空吸附式加热器配合使用，也可以与具有其他结构的真空吸附式加热器配合使用，以用于吸附晶圆。

参见图 13，其示意性地示出了根据本申请一种实施例的真空吸附系统。该系统用于吸附及释放位于反应腔室 100 内的、真空吸附式加热器 200 的承载表面（例如，图

1 所示的加热盘 10 的主体 1 的上表面 11) 上的晶圆 (图中未示)。反应腔室 100 具有抽气口 101; 真空吸附式加热器 200 具有通气口 201 (例如, 通气口 201 可与图 12 所示的贯通孔 131 流体连通)。虽然图中示出整个真空吸附式加热器 200 均位于反应腔室 100 内, 但在实际产品中, 可能仅真空吸附式加热器 200 的一部分, 例如图 1 所示的加热盘 10 的主体 1 和支撑轴 2 的一部分 (例如冷却块 50 以上 (含冷却块 50) 的部分), 位于反应腔室 100 内。

如图 13 中所示, 该真空吸附系统包括:

- ◆ 第一管路 A, 其用于将反应腔室 100 的抽气口 101 与真空泵 300 流体耦合;
- ◆ 第二管路 B, 其用于将真空吸附式加热器 200 的通气口 201 与真空泵 300 流体耦合; 及
- ◆ 第三管路 C, 其连接至第二管路 B 且用于将来自气体源 400 的气体供应到所述真空吸附系统。在一些实施例中, 气体源 400 内的气体可以是氮气, 氮气相较而言价格更低廉, 而且不易发生化学反应。在其他实施例中, 也可以采用其他气体, 例如氦气。

根据本申请的实施例, 可以借助与气体源 400 流体耦合的第三管路 C 在操作过程中根据需要将气体源 400 中的气体供应到真空吸附系统中。因此, 利用该真空吸附系统吸附晶圆时, 在吸附及释放晶圆的过程中, 均可方便地调节加热器内部的吸附管路 (例如, 图 12 所示的通孔 13 以及贯通孔 131) 中的气压, 借此调节晶圆背面与正面的压力差, 从而达到调节吸附力的大小的目的。不言而喻, 这样将有助于满足晶圆的各种吸附需要。例如, 当晶圆的处理工艺需要较大的吸附力时, 可以仅从气体源 400 通入较小量的气体或不通入气体, 以保证真空吸附系统产生对晶圆的吸附力; 而在需要较小的吸附力的工艺中, 则可从气体源 400 向真空吸附系统中通入大量的气体, 以抵销真空泵 300 产生的部分吸附力。

设置第三管路 C 所产生的另一个技术效果是: 在释放晶圆的过程中, 可以从气体源 400 向真空吸附系统内部通入气体, 从而将气体供应到加热器内部的吸附管路中, 使晶圆背面的压力快速上升至等于甚至大于其正面的压力, 因而能在短时间内消除对晶圆的吸附力, 从而释放晶圆。与现有技术中仅仅依靠关闭真空吸附系统、而让反应腔室内的气体自动流动到晶圆背面的方案相比, 本申请的这种方案大大提高了作业效率。

下面进一步描述根据本申请的一些实施例的真空吸附系统的结构。

参见图 13，在真空吸附系统中，第一管路 A 上安置有节流阀 TV，以控制真空泵 300 对反应腔室 100 内气体的抽吸。在一些实施例中，可通过气压测量装置 102（例如气压计或真空计）来测量反应腔室 100 内的气压 P_c 。可根据反应腔室 100 内的气压 P_c 调节节流阀 TV 以控制第一管路 A 中的气体流量，进而控制反应腔室 100 内的气压 P_c 达到所需的水平。

如图 13 中所示，第二管路 B 上靠近通气口 201 处安置有第一阀门 CHCV-1，第三管路 C 连接至第二管路 B 上的第一阀门 CHCV-1 的下游（即更靠近真空泵 300 的一侧）。第三管路 C 上安置有第二阀门 CHCV-2。在一实施例中，第三管路 C 上安置有气压控制器 401 以用于调节供应至真空吸附系统的气体的流量。如图中所示，气压控制器 401 可包括质量流量控制器 MFM、可调流量阀 402 和气压测量装置 403（例如气压计或真空计）。本领域技术人员应了解，气压控制器 401 不限于图中所示的结构，现有的气压控制器或具有类似功能的装置均可用于作为气压控制器 401。

进一步参见图 13，第二管路 B 在第一阀门 CHCV-1 的下游分叉为第一歧管路 B1 和第二歧管路 B2；第一歧管路 B1 的另一端连接到反应腔室 100 的抽气口 101 和节流阀 TV 之间的第一管路 A 上，第三阀门 CHCV-3 安置于第一歧管路 B1 上；第二歧管路 B2 的另一端连接到真空泵 300。在一实施例中，第二歧管路 B2 的另一端可连接到真空泵 300 和节流阀 TV 之间的第一管路 A 上。第四阀门 CHCV-4 安置于第二歧管路 B2 上。在一实施例中，第二歧管路 B2 上还可安置气压测量装置 500（例如气压计或真空计），以测量第二歧管路 B2 中的气压 P_b ，其可反映加热器内部的吸附管路中的气压。

在一些实施例中，第一阀门 CHCV-1、第二阀门 CHCV-2、第三阀门 CHCV-3 和第四阀门 CHCV-4 均为电磁气动阀，其可以根据需要完全地打开或关闭，从而实现对相应管路的通断的控制。采用电磁气动阀能够实现更精密的控制。在其他实施例中，也可以采用其他类型的阀门。

本申请还提供了利用上述真空吸附系统吸附晶圆的方法。简言之，在该方法中，在吸附和/或释放晶圆的过程中，可利用第二管路 B 和第三管路 C 将来自气体源 400 的气体供应到加热器内部的吸附管路中，以调节晶圆的背面与正面的压力差。

根据本申请的一些实施例，在吸附晶圆的过程中，可利用第二管路 B 和第三管路 C

将来自气体源 400 的气体供应到加热器内部的吸附管路中，使晶圆的背面与其正面保持所需的压力差，例如，使晶圆的背面的压力保持比其正面的压力小 30-150 Torr。在释放晶圆的过程中，可利用第二管路 B 和第三管路 C 将来自气体源 400 的气体供应到加热器内部的吸附管路中，使晶圆背面的压力升高至大于或等于其正面的压力，例如，使晶圆背面的压力升高至比其正面的压力大 5-10 Torr。此时吸附力完全消除且在晶圆的背面有一定推力，因而可以轻松地将晶圆移至下一工位。

整体而言，根据本申请的一些实施例，利用上述真空吸附系统吸附晶圆的方法主要包括如下步骤：

- (a) 放置晶圆：在真空吸附系统处于关闭状态（即，第二管路 B 和第三管路 C 均处于关断状态）时，将晶圆放置于反应腔室 100 内的真空吸附式加热器 200 的承载表面上；
- (b) 吸附晶圆：启动真空吸附系统，通过第二管路 B 持续地抽吸真空吸附式加热器 200 内部的吸附管路中的气体，使晶圆背面的压力保持小于其正面的压力，从而将晶圆吸附在真空吸附式加热器 200 的承载表面上；以及
- (c) 释放晶圆：在对晶圆处理完毕后，停止抽吸真空吸附式加热器 200 内部的吸附管路中的气体，并且利用第二管路 B 和第三管路 C 将来自气体源 400 的气体供应到真空吸附式加热器 200 内部的吸附管路中，以使得晶圆背面的压力升高至等于或大于其正面的压力，以释放晶圆。

在一些实施例中，上述方法还可包括如下步骤中的至少一者：

- (a1) 在步骤 (a) 之前，加热真空吸附式加热器 200 的承载表面（例如，加热至 450-500℃），并通过真空泵 300 将反应腔室 100 抽吸至真空状态；及
- (a2) 在步骤 (a) 之后、步骤 (b) 之前，向反应腔室 100 内注入气体（可通过其他管路，图中未示出），使反应腔室 100 内的气压 P_c 上升（根据需要，可以使 P_c 上升至 200~600Torr，节流阀 TV 上方的气压均能达到 200Torr）。

在本申请的一个实施例中，在步骤 (a2) 中，当反应腔室 100 内的气压 P_c 上升到超过阈值（例如 100Torr）时，开始步骤 (b)。在步骤 (b) 中，在利用真空泵 300 通过第二管路 B 持续地抽吸真空吸附式加热器 200 内部的吸附管路中的气体的同时，可通过第二管路 B 和第三管路 C 将来自气体源 400 的气体供应到真空吸附式

加热器 200 内部的吸附管路中,从而使晶圆背面的压力保持比其正面的压力小 30-150Torr。具体的压力差可根据晶圆吸附的需要进行调节。

如前所述,第一管路 A 上安置有节流阀 TV;第二管路 B 上靠近通气口 201 处安置有的第一阀门 CHCV-1;第三管路 C 连接至第二管路 B 上的第一阀门 CHCV-1 的下游,且第三管路 C 上安置有第二阀门 CHCV-2;第二管路 B 在第一阀门 CHCV-1 的下游分叉为第一歧管路 B1 和第二歧管路 B2;第一歧管路 B1 的另一端连接到反应腔室 100 的抽气口 101 和节流阀 TV 之间的第一管路 A 上,第三阀门 CHCV-3 安置于第一歧管路 B1 上;第二歧管路 B2 的另一端连接到真空泵 300 (例如,连接到真空泵 300 和节流阀 TV 之间的第一管路 A 上,如图 13 中所示),第四阀门 CHCV-4 安置于第二歧管路 B2 上。这些阀及其相应的管路具体的工作过程如下:

在步骤 (a1) 中,第一阀门 CHCV-1、第二阀门 CHCV-2、第三阀门 CHCV-3、和第四阀门 CHCV-4 均关闭,节流阀 TV 打开,从而仅第一管路 A 处于通路状态,借此真空泵 300 将反应腔室 100 抽吸至真空状态。在步骤 (a) (即,放置晶圆) 以及步骤 (a2) 中,这些阀仍然保持这样的状态。

在步骤 (b) (即,吸附晶圆) 中,第一阀门 CHCV-1、第二阀门 CHCV-2、和第四阀门 CHCV-4 均打开,第三阀门 CHCV-3 关闭。真空泵 300 仍通过第一管路 A 持续抽吸反应腔室 100 内的气体,使反应腔室 100 内的气压 P_c 维持在所需水平(例如 200 Torr)。此时,第二管路 B、第二歧管路 B2 以及第三管路 C 处于通路状态,借此真空泵 300 抽吸真空吸附式加热器 200 内部的吸附管路中的气体(即晶圆的背面的气体)。同时,气体源 400 可向真空吸附系统通入气体,通入的气体的量(即第三管路 C 中的气体的流量)可通过调节气压控制器 401 来控制。在真空泵 300 通过第二管路 B 和第二歧管路 B2 从真空吸附式加热器 200 的吸附管路中抽吸的气体、以及气体源 400 通过第三管路 C 向该吸附管路中通入气体的共同作用下,使晶圆背面的压力保持比其正面的压力小 30-150 Torr。具体的压力差可根据需要进行设定。

在步骤 (c) (即,释放晶圆) 中,第一阀门 CHCV-1、第二阀门 CHCV-2、和第三阀门 CHCV-3 均打开,第四阀门 CHCV-4 关闭。真空泵 300 仍通过第一管路 A 持续抽吸反应腔室 100 内的气体,使反应腔室 100 内的气压 P_c 维持在所需水平(例如 200 Torr)。此时,一方面,反应腔室 100 内的气体可通过第一管路 A、第一歧管路 B1 以及第二管路 B 进入真空吸附式加热器内部的吸附管路中,从而到达晶圆的背面,另一方面,来自

气体源 400 的外部气体（例如氮气）通过第三管路 C 以及第二管路 B 进入到真空吸附式加热器内部的吸附管路中，从而达到晶圆的背面。由于这两方面的气体的作用，使晶圆背面的压力快速上升，其与正面的压力差快速地减小，甚至可通过调节气压控制器 401 来调节第三管路 C 上的气体的流量，而使得晶圆背面的压力升高至等于或大于其正面的压力，例如，使得晶圆背面的压力升高至比其正面的压力大 5-10 Torr，从而达到快速消除吸附力，进而快速释放晶圆的目的。显然，这种操作方式大大提高了作业效率。

本申请的技术内容及技术特点已由上述相关实施例加以描述，然而上述实施例仅为实施本申请的范例。熟悉本领域的技术人员仍可能基于本申请的教示及揭示而作种种不背离本申请精神的替换及修饰。因此，本申请已公开的实施例并未限制本申请的范围。相反地，不脱离本申请的精神及范围的修改及均等设置均包括于本申请的范围内。

权 利 要 求 书

1. 一种真空吸附系统，其用于吸附及释放位于反应腔室（100）内的、真空吸附式加热器（200）的承载表面上的晶圆，所述反应腔室（100）具有抽气口（101），所述真空吸附式加热器（200）具有通气口（201），所述系统包括：
 第一管路（A），其用于将所述反应腔室（100）的抽气口（101）与真空泵（300）流体耦合；
 第二管路（B），其用于将所述真空吸附式加热器（200）的通气口（201）与所述真空泵（300）流体耦合；及
 第三管路（C），其连接至所述第二管路（B）且用于将来自气体源（400）的气体供应到所述真空吸附系统。
2. 根据权利要求 1 所述的真空吸附系统，其中所述第二管路（B）上靠近所述通气口（201）处安置有第一阀门（CHCV-1），所述第三管路（C）连接至所述第二管路（B）上的所述第一阀门（CHCV-1）的下游。
3. 根据权利要求 2 所述的真空吸附系统，其中所述第三管路（C）上安置有第二阀门（CHCV-2）。
4. 根据权利要求 3 所述的真空吸附系统，其中所述第三管路（C）上进一步安置有气压控制器（401），其用于调节供应至所述真空吸附系统的气体的流量。
5. 根据权利要求 4 所述的真空吸附系统，其中所述气压控制器（401）包括质量流量控制器（MFM）、可调流量阀（402）和气压测量装置（403）。
6. 根据权利要求 3 所述的真空吸附系统，其中：
 所述第一管路（A）上安置有节流阀（TV）；
 所述第二管路（B）在所述第一阀门（CHCV-1）的下游分叉为第一歧管路（B1）和第二歧管路（B2）；
 所述第一歧管路（B1）的另一端连接到所述反应腔室（100）的所述抽

气口（101）和所述节流阀（TV）之间的所述第一管路（A）上，第三阀门（CHCV-3）安置于所述第一歧管路（B1）上；

所述第二歧管路（B2）的另一端连接到所述真空泵（300），第四阀门（CHCV-4）安置于所述第二歧管路（B2）上。

7. 根据权利要求6所述的真空吸附系统，其中所述第二歧管路（B2）上进一步安置有气压测量装置（500）。
8. 根据权利要求6所述的真空吸附系统，其中所述第一阀门（CHCV-1）、所述第二阀门（CHCV-2）、所述第三阀门（CHCV-3）和所述第四阀门（CHCV-4）均为电磁气动阀。
9. 一种利用根据权利要求1所述的真空吸附系统吸附晶圆的方法，其包括：在吸附和/或释放所述晶圆的过程中，利用所述第二管路（B）和所述第三管路（C）将来自所述气体源（400）的气体供应到所述真空吸附式加热器（200）内部的吸附管路中，以调节所述晶圆的背面与正面的压力差，其中所述吸附管路与所述通气口（201）流体连通。
10. 根据权利要求9所述的方法，其中：在吸附所述晶圆的过程中，利用所述第二管路（B）和所述第三管路（C）将来自所述气体源（400）的气体供应到所述吸附管路，使所述晶圆的背面的压力保持比其正面的压力小 30-150 Torr。
11. 根据权利要求9所述的方法，其中：在释放所述晶圆的过程中，利用所述第二管路（B）和所述第三管路（C）将来自所述气体源（400）的气体供应到所述吸附管路，使所述晶圆的背面的压力升高至大于或等于其正面的压力。
12. 根据权利要求9所述的方法，其中：在释放所述晶圆的过程中，利用所述第二管路（B）和所述第三管路（C）将来自所述气体源（400）的气体供应到所述吸附管路，使所述晶圆的背面的压力升高至比其正面的压力大 5-10 Torr。
13. 一种利用根据权利要求1所述的真空吸附系统吸附晶圆的方法，其包括如下

步骤:

- (a) 放置所述晶圆: 在所述真空吸附系统处于关闭状态时, 将所述晶圆放置于所述反应腔室(100)内的所述真空吸附式加热器(200)的承载表面上;
- (b) 吸附所述晶圆: 启动所述真空吸附系统, 通过所述第二管路(B)持续地抽吸所述真空吸附式加热器(200)内部的吸附管路中的气体, 使所述晶圆的背面的压力保持小于其正面的压力, 从而将所述晶圆吸附在所述真空吸附式加热器(200)的承载表面上, 其中所述吸附管路与所述通气口(201)流体连通; 以及
- (c) 释放所述晶圆: 在对所述晶圆处理完毕后, 停止抽吸所述真空吸附式加热器(200)内部的所述吸附管路中的气体, 并且利用所述第二管路(B)和所述第三管路(C)将来自所述气体源(400)的气体供应到所述吸附管路, 以使得所述晶圆的背面的压力升高至等于或大于其正面的压力, 以释放所述晶圆。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 其进一步包括如下步骤中的至少一者:

(a1) 在步骤(a)之前, 加热所述真空吸附式加热器(200)的所述承载表面, 并通过所述真空泵(300)将所述反应腔室(100)抽吸至真空状态; 及

(a2) 在步骤(a)之后、步骤(b)之前, 向所述反应腔室(100)内注入气体, 使所述反应腔室(100)内的气压(Pc)上升。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中:

在步骤(a2)中, 当所述反应腔室(100)内的气压(Pc)上升到超过阈值时, 开始步骤(b)。

16. 根据权利要求 15 所述的方法, 其中所述阈值为 100 Torr。

17. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中:

在步骤(b)中,在利用所述真空泵(300)通过所述第二管路(B)持续地抽吸所述真空吸附式加热器(200)内的所述吸附管路中的气体的同时,通过所述第二管路(B)和所述第三管路(C)将来自所述气体源(400)的气体供应到所述吸附管路中,从而使所述晶圆的背面的压力保持比其正面的压力小 30-150 Torr。

18. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中:

所述第一管路(A)上安置有节流阀(TV);

所述第二管路(B)上靠近所述通气口(201)处安置有的第一阀门(CHCV-1);

所述第三管路(C)连接至所述第二管路(B)上的所述第一阀门(CHCV-1)的下游,且所述第三管路(C)上安置有第二阀门(CHCV-2);

所述第二管路(B)在所述第一阀门(CHCV-1)的下游分叉为第一歧管路(B1)和第二歧管路(B2);

所述第一歧管路(B1)的另一端连接到所述反应腔室(100)的所述抽气口(101)和所述节流阀(TV)之间的所述第一管路(A)上,第三阀门(CHCV-3)安置于所述第一歧管路(B1)上;且

所述第二歧管路(B2)的另一端连接到所述真空泵(300),第四阀门(CHCV-4)安置于所述第二歧管路(B2)上。

19. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中:

在执行步骤(a)期间,所述第一阀门(CHCV-1)、所述第二阀门(CHCV-2)、所述第三阀门(CHCV-3)和所述第四阀门(CHCV-4)均关闭,所述节流阀(TV)打开。

20. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中:

在执行步骤(b)期间,所述第一阀门(CHCV-1)、所述第二阀门(CHCV-2)和所述第四阀门(CHCV-4)均打开,所述第三阀门(CHCV-3)关闭。

21. 根据权利要求 20 所述的方法, 其中: 在步骤(b)中, 调节所述第三管路(C)中的气体的流量, 使得所述晶圆的背面的压力保持比其正面的压力小 30-150 Torr。
22. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中:
在执行步骤(c)期间, 所述第一阀门(CHCV-1)、所述第二阀门(CHCV-2)和所述第三阀门(CHCV-3)均打开, 所述第四阀门(CHCV-4)关闭。
23. 根据权利要求 22 所述的方法, 其中: 在步骤(c)中, 调节所述第三管路(C)中的气体的流量, 使得所述晶圆的背面的压力升高至等于或大于其正面的压力。
24. 根据权利要求 23 所述的方法, 其中: 在步骤(c)中, 调节所述第三管路(C)中的气体的流量, 使得所述晶圆的背面的压力升高至比其正面的压力大 5-10 Torr。