

工艺腔室、半导体工艺设备和薄膜沉积方法

技术领域

本申请涉及半导体制造领域，具体地，涉及一种工艺腔室、半导体工艺设备和薄膜沉积方法。

背景技术

磁控溅射是物理气相沉积（Physical Vapor Deposition, PVD）技术的一种，是半导体工业中使用最广泛的一类薄膜制造技术。随着集成电路的发展，为降低芯片损耗和 RC 延时，提高芯片速度，具有较低电阻率的铜逐步取代其他材料被广泛应用到半导体制造后段互连工艺。

在现有的铜互连工艺中，由于铜很难被刻蚀，因此铜互连工艺中大量使用大马士革双嵌套结构，铜的大马士革结构首先通过刻蚀在金属间介质层中形成通孔和互连线沟槽，然后通过 PVD 淀积阻挡层（例如 TiN）和铜籽晶层，再通过化学电镀大量沉积铜。在淀积铜籽晶层时，由于芯片特征尺寸越来越小，沟槽的深宽比较高，在沉积铜时，金属原子并不会全部都沿垂直于沟槽底部的方向一层层沉积，这就导致因沟槽开口处铜薄膜的生长速度较快而出现沟槽顶部沉积物悬垂甚至堵住开口，使沟槽底部形成空洞而影响芯片电学性能。对此，为了保证铜材料能够顺利填充在通孔结构中，通常需要在完成阻挡层（例如 TiN）和铜籽晶层的沉积工艺之后，进行铜薄膜的回流工艺。由于粒度对金属的溶化热力学性质有较大的影响，随着金属粒径的减小，其溶化温度也随之减小，且纳米尺度下的铜表面能和表面张力均有所增加，基于此，在进行铜的回流工艺时，通过将铜加热到 300°C 或以上，可以使溶化的铜薄膜原子在铜表面张力及沟槽毛细作用下，逐渐迁移到沟槽底部以实现更好的填充。

现有的 PVD 设备通常是在腔室内部增加热辐射源，用于在进行回流工艺时对晶圆进行加热，但是，目前的热辐射源的一种设置方式是在腔室周边的位置处，距离晶圆较远，导致对晶圆的加热效率较低，加热均匀性较差。还有一种设置方式是设置在用于传输遮蔽盘的传输装置上，但是这种方式很难将辐射出的热量集中于晶圆表面，大部分热量照射到了晶圆之外的区域，导致热量损耗较多，晶圆的加热效率较低，加热均匀性较差。

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，提出了一种工艺腔室、半导体工艺设备和薄膜沉积方法，其可以提高对晶圆的加热效率和加热均匀性。

为实现本申请的目的而提供一种工艺腔室，包括：

反应腔室，在所述反应腔室中设置有用以承载晶圆的基座；

加热腔室，与所述反应腔室连通；所述加热腔室的顶部设置有热辐射装置，用于朝向所述加热腔室内部辐射热量；

传输装置，设置于所述反应腔室中，用于承载晶圆，且能够将所述晶圆在所述反应腔室与所述加热腔室之间传输。

在一些实施例中，所述加热腔室内还存放有遮蔽盘；所述传输装置还用于承载所述遮蔽盘，且能够将所述遮蔽盘在所述反应腔室与所述加热腔室之间传输。

在一些实施例中，所述传输装置用于在所述反应腔室对所述晶圆进行半导体工艺之前，将所述加热腔室内存放的所述遮蔽盘传输到所述基座上方，并且在所述反应腔室要开始对所述晶圆进行半导体工艺时，将所述遮蔽盘传输到所述加热腔室；或者

所述传输装置用于在所述反应腔室内的所述晶圆完成半导体工艺之后，

将所述晶圆传输到所述热辐射装置下方，以使所述热辐射装置能够对所述晶圆进行加热，并且在所述加热结束之后，将所述晶圆传输到所述基座上。

在一些实施例中，所述加热腔室的顶壁设置有反射面，所述反射面用于将所述热辐射装置辐射出的热量向位于所述加热腔室内的晶圆表面反射。

在一些实施例中，所述加热腔室的顶壁设置有冷却流道，所述冷却流道用于传输冷却流体。

在一些实施例中，所述加热腔室的顶壁形成有凹部，所述凹部的内表面构成所述反射面，且所述凹部的内表面形状被设置为能够使反射的光线朝向位于所述加热腔室内的晶圆表面聚拢，并使光线覆盖整个晶圆表面。

在一些实施例中，所述反射面包括平面和环绕于所述平面周围的环形面，其中，所述平面平行于水平面，所述环形面的高度自所述平面的边缘靠近所述加热腔室的顶壁四周边缘的方向递减。

在一些实施例中，所述热辐射装置包括环形灯管，所述环形灯管环绕设置于所述环形面内侧，且位于所述平面的边缘外侧。

在一些实施例中，所述加热腔室包括顶部具有开口的腔室主体，和设置于所述腔室主体顶部的反射板，所述反射板与所述腔室主体密封连接，用于密封所述开口；所述反射板具有所述反射面，且所述反射面自所述开口暴露于所述加热腔室中。

在一些实施例中，所述腔室主体顶部的所述开口处设置有第一环形凸部，所述反射板的外周边缘处设置有第二环形凸部，所述第二环形凸部叠置于所述第一环形凸部上，且所述第一环形凸部与所述第二环形凸部固定连接；

所述第一环形凸部与所述第二环形凸部之间还设置有密封件，用于密封所述开口。

在一些实施例中，还包括：设置于所述加热腔室内的第一升降装置，所述第一升降装置用于在所述加热腔室中承载所述遮蔽盘；

所述第一升降装置和所述传输装置中的至少一者能够带动置于其上的所述遮蔽盘升降，以实现所述遮蔽盘在所述第一升降装置和所述传输装置之间的传递。

在一些实施例中，在所述传输装置要向所述加热腔室传输所述晶圆时，所述第一升降装置用于带动置于其上的所述遮蔽盘下降至低于所述传输装置所承载的所述晶圆在所述加热腔室中的位置。

在一些实施例中，还包括：设置于所述反应腔室内的第二升降装置，所述第二升降装置用于在所述反应腔室中承载所述晶圆；

所述第二升降装置和所述基座中的至少一者能够带动置于其上的所述晶圆升降，以实现所述晶圆在所述第二升降装置和所述基座之间的传递。

在一些实施例中，所述传输装置包括传输手臂和第二驱动源，其中，所述传输手臂用于承载所述遮蔽盘或所述晶圆，所述第二驱动源用于驱动所述传输手臂在所述反应腔室与所述加热腔室之间运动；

所述传输手臂包括竖直设置的旋转轴，以及垂直于所述旋转轴的连接臂和承载部，其中，所述旋转轴的下端与所述第二驱动源连接，所述旋转轴的上端与所述连接臂的一端连接，所述连接臂的另一端与所述承载部连接；

所述第二升降装置包括沿所述基座的周向间隔设置的多个顶针，在所述承载部承载所述遮蔽盘或晶圆移动至所述反应腔室内时，所述承载部的至少一部分能够从所述第二升降装置的相邻顶针之间的间隔移入多个顶针所围的空间中，以使所述遮蔽盘或晶圆位于所述基座上方；或者

所述第一升降装置包括沿所述基座的周向间隔设置的多个顶针，在所述承载部承载所述遮蔽盘或晶圆移动至所述加热腔室内时，所述承载部的至少一部分能够从所述第一升降装置的相邻顶针之间的间隔移入多个顶针所围的空间中，以使所述遮蔽盘或晶圆位于所述热辐射装置下方。

作为另一个技术方案，本申请还提供一种半导体工艺设备，其包括本申

请提供的上述工艺腔室。

在一些实施例中，所述半导体工艺设备包括物理气相沉积设备。

作为另一个技术方案，本申请还提供一种薄膜沉积方法，包括：

在反应腔室内的晶圆完成半导体工艺后，将加热腔室内的遮蔽盘下降至所述加热腔室中的第一承载位置，所述加热腔室与所述反应腔室连通；

将所述晶圆传输至所述加热腔室中的第二承载位置，所述第二承载位置高于所述第一承载位置；

从所述加热腔室的顶部向所述晶圆辐射热量，以对所述晶圆进行热处理。

本申请具有以下有益效果：

本申请提供的工艺腔室、半导体工艺设备和薄膜沉积方法的技术方案中，可在进行诸如金属回流工艺等的热处理工艺之前，利用传输装置承载晶圆，将该晶圆从反应腔室传输至加热腔室中，并在进行热处理工艺时利用在加热腔室的顶部设置的热辐射装置，朝向加热腔室内部的晶圆辐射热量，从而实现对晶圆的加热，完成热处理工艺。本方案是在加热腔室中加热晶圆，由于加热腔室的体积可被设置为相对于反应腔室更小，这可以使热量分布更集中，热量损耗更小，从而可以提高晶圆升温速率；同时，通过将上述热辐射装置设置于加热腔室的顶部，可以直接对晶圆上表面进行加热，从而可以进一步提高晶圆升温速率；此外，由于反应腔室和加热腔室相连通，可以在一个工艺腔室内完成半导体工艺（诸如沉积、刻蚀等）和热处理工艺，提高了半导体制造效率。

附图说明

图1为本申请实施例提供的物理气相沉积设备的剖面图；

图2为本申请实施例采用的加热腔室的局部放大图；

图 3 为本申请实施例采用的传输装置的传输手臂的结构图；

图 4 为本申请实施例采用的传输装置的传输手臂在承载晶圆时的结构图；

图 5 为本申请实施例提供的薄膜沉积方法的流程图。

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工艺腔室、半导体工艺设备和薄膜沉积方法进行详细描述。

相关技术中，工艺腔室包括腔室主体、与该腔室主体的内部连通的遮蔽盘库、遮蔽盘及传输机构，其中，在腔体主体中设置有基座和顶针机构；基座用于在进行薄膜沉积工艺时承载被加工工件；顶针机构通过升降来实现与基座之间传递晶圆，传输机构用于在使用新靶材或预热腔室时，将遮蔽盘库中的遮蔽盘传输至基座或晶圆上方，以避免基座或晶圆被污染。在该相关技术中，传输机构的传输手臂上设置有加热元件，以进行铜回流工艺为例，当晶圆的铜籽晶层沉积工艺完成后，顶针机构将晶圆提升至回流工艺位，传输手臂旋转至晶圆下方以加热晶圆背面实现铜回流。在回流工艺完成之后，传输手臂在驱动装置驱动下旋转至遮蔽盘库中。

但是，上述回流工艺的实现方式是利用传输手臂上的加热元件对晶圆的背面进行加热，一方面，受限于用来支撑晶圆的顶针机构的位置，传输手臂的托盘面积有限，加热元件的面积并不能覆盖整个晶圆背面，并且此加热方式很难将辐射出的热量集中于晶圆表面，导致热量损耗较多，晶圆的加热效率较低。

为了解决上述技术问题，请一并参阅图 1 和图 2，本申请实施例提供的工艺腔室包括反应腔室 1、加热腔室 2 和传输装置 4，其中，在反应腔室 1 中设置有助于承载晶圆 9 的基座 3，该基座 3 例如为静电卡盘，在一些实施

例中，该基座 3 还与射频电源电连接，用于在晶圆 9 表面形成射频偏压。在反应腔室 1 中，且位于基座 3 上方设置有靶材 7，该靶材 7 与激励电源电连接，用于激发反应腔室 1 中的工艺气体（例如氩气）形成等离子体，并轰击靶材 7，从靶材 7 逸出的靶材材料在上述射频偏压的作用下朝晶圆 9 表面移动，并沉积在晶圆 9 表面形成薄膜。另外，在一些实施例中，在靶材 7 上方设置有磁控管 8。上述反应腔室 1 可以应用于铜（Cu）、钌（Ru）、钴（Co）、钼（Mo）、钨（W）、铑（Rh）、钛（Ti）、钽（Ta）、铝（Al）等薄膜的沉积。

加热腔室 2 与反应腔室 1 连通。在此基础上，加热腔室 2 的顶部设置有热辐射装置 11，用于朝向加热腔室 2 内部辐射热量。上述传输装置 4 用于承载晶圆 9，且能够将晶圆 9 在反应腔室 1 与加热腔室 2 之间传输。这样，在进行诸如金属回流工艺等的热处理工艺之前，可以利用传输装置 4 承载晶圆 9，将该晶圆 9 从反应腔室 1 传输至加热腔室 2 中，并在进行热处理工艺时利用在加热腔室 2 的顶部设置的热辐射装置 11，朝向加热腔室 2 内部的晶圆 9 辐射热量，从而实现对晶圆 9 的加热，完成热处理工艺。本方案是在加热腔室 2 中加热晶圆 9，由于加热腔室 2 的体积可被设置为相对于反应腔室 1 更小，这可以使热量分布更集中，热量损失更小，从而可以提高晶圆 9 的升温速率；同时，通过将上述热辐射装置 11 设置于加热腔室 2 的顶部，可以直接对晶圆 9 上表面进行加热，且能够设置热辐射装置 11 的面积，使其大于或等于晶圆 9 的面积，从而能够对整个晶圆 9 的表面进行均匀加热。本申请实施例中的加热腔室可以适用于回流等热处理工艺，由于反应腔室和加热腔室相连通，可以在一个工艺腔室内完成诸半导体工艺（如沉积、刻蚀等）和热处理工艺，提高了半导体制造效率。

在一些实施例中，为了简化设备结构，减小设备占用空间，降低设备成本，加热腔室 2 内还存放有遮蔽盘 10，即，加热腔室 2 既用于进行热处理工艺，又用于存放遮蔽盘 10。

通常，工艺腔室会配备有遮蔽盘 10 和用于存放遮蔽盘 10 的遮蔽盘库，在使用新靶材进行工艺，或者在开腔维护后重新进行工艺时，为避免靶材表面可能被污染的金属沉积到晶圆表面，通常需要在进行正常半导体工艺前先预热腔室和轰击掉靶材表面污染物，此时会使用遮蔽盘 10 遮挡在基座 3 的上方，而在进行正常半导体工艺时，需要将遮蔽盘 10 移动至与反应腔室 1 连通的遮蔽盘库中。在这种情况下，在一些实施例中，该遮蔽盘库用作上述加热腔室 2，也就是说，针对已配备有遮蔽盘库的工艺腔室的情况，可以对原有的遮蔽盘库进行改进，通过增设热辐射装置 11，可以使遮蔽盘库既用于进行热处理工艺，又用于存放遮蔽盘 10，从而无需占用反应腔室 1 的内部空间，也无需大幅度改进反应腔室 1 的结构，进而可以降低设计难度，节省设备成本。此外，上述遮蔽盘库的体积相对于反应腔室 1 更小，这可以使热量分布更集中，热量损耗更小，从而可以提高晶圆 9 的升温速率。

在加热腔室 2 既用于进行热处理工艺，又用于存放遮蔽盘 10 的基础上，上述传输装置 4 还用于承载遮蔽盘 10，且能够将遮蔽盘 10 在反应腔室 1 与加热腔室 2 之间传输。在一些实施例中，在反应腔室 1 对晶圆进行半导体工艺（例如金属薄膜沉积工艺）之前，通常需要进行诸如预热腔室和轰击掉靶材表面污染物等的预处理工艺，在这种情况下，传输装置 4 用于将加热腔室 2 内存放的遮蔽盘 10 传输到基座 3 上方，以能够在进行预处理工艺时，利用遮蔽盘 10 遮挡基座 3，以避免基座 3 被污染。并且，在反应腔室 1 要开始对晶圆进行半导体工艺时，将遮蔽盘 10 传输到加热腔室 2 中存放，以保证工艺的正常进行。即，在进行半导体工艺之前，先将遮蔽盘 10 传输到加热腔室 2 中存放。另外，传输装置 4 还可以用于在反应腔室 1 内的晶圆完成半导体工艺之后，将晶圆传输到加热腔室 2 内热辐射装置 11 下方，以使热辐射装置 11 能够对晶圆进行加热，从而完成对晶圆的热处理，并且在加热结束之后，将晶圆传输到基座 3 上。

在一些实施例中，为了进一步提高热量利用率，提高加热效率，加热腔室 2 的顶壁设置有反射面 221，该反射面 221 用于将热辐射装置 11 辐射出的热量向位于加热腔室 2 内的晶圆 9 表面反射。具体地，反射面 221 设置于加热腔室 2 的顶壁的朝向加热腔室 2 内部的表面，进一步的，在一些实施例中，该反射面 221 为镜面，该镜面例如为光洁度小于或等于 Ra0.1 的弧面。

在一些实施例中，加热腔室 2 的顶壁设置有冷却流道，该冷却流道用于传输冷却流体，例如冷却水，以在进行热处理工艺时，对加热腔室 2 的顶壁进行冷却，从而可以避免因加热腔室 2 的顶壁的外表面温度过高而造成人员烫伤。例如，如图 2 所示，加热腔室 2 的顶壁外表面上形成有凹道 14 和密封该凹道 14 的盖板 15，凹道 14 与盖板 15 合围形成上述冷却流道。进一步的，在一些实施例中，盖板 15 的外表面与加热腔室 2 的顶壁外表面平齐，这样可以使盖板 15 的外表面与加热腔室 2 的顶壁外表面共同构成一平滑连续的表面。但是，本申请实施例并不局限于此，在实际应用中，凹道 14 也可以形成在反射面 221，并且上述冷却流道在反射面 221 或加热腔室 2 的顶壁外表面上的分布方式可以根据具体需要而设定，例如上述冷却流道均匀地分布在反射面 221 或加热腔室 2 的顶壁外表面上。

在一些实施例中，在提高加热效率的基础上，加热腔室 2 的顶壁形成有凹部 222，该凹部 222 具体形成于加热腔室 2 的顶壁的朝向加热腔室 2 内部的表面，该凹部 222 的内表面构成上述反射面 221，且该凹部 222 的内表面形状被设置为能够使反射的光线朝向位于加热腔室 2 内的晶圆 9 表面聚拢，并使光线覆盖整个晶圆 9 表面，从而可以提高加热均匀性。

实现上述功能的凹部 222 的内表面形状可以有多种，例如，上述反射面 221 包括平面 221a 和环绕于该平面 221a 周围的环形面 221b，其中，平面 221a 平行于水平面，环形面 221b 的高度自平面 221a 的边缘朝靠近加热腔室 2 的顶壁四周边缘的方向递减，即，环形面 221b 所围成的开口尺寸由上而下递增。

这样,环形面 221b 可以将照射至其上的光线反射并朝向整个晶圆 9 表面聚拢。在一些实施例中,上述环形面 221b 的外径大于或等于晶圆 9 直径。

上述环形面 221b 可以是环形锥面,在这种情况下,可以通过设置环形锥面相对于水平面的倾斜角度,来使照射至其上的光线反射并朝向整个晶圆 9 表面聚拢,且能够使光线覆盖整个晶圆 9 表面。或者,上述环形面 221b 也可以是环形弧面,在这种情况下,可以通过设置环形弧面相对于水平面的倾斜角度,以及环形弧面的弧度来使照射至其上的光线反射并朝向整个晶圆 9 表面聚拢,且能够使光线覆盖整个晶圆 9 表面。例如,环形弧面可以为球面的一部分。

在一些实施例中,在采用上述反射面 221 的基础上,热辐射装置 11 包括环形灯管,该环形灯管环绕设置于环形面 221b 内侧,且位于平面 221a 的边缘外侧。即,环形灯管的内周直径大于平面 221a 的边缘直径,且小于环形面 221b 的外周直径。由于环形灯管在晶圆 9 上方环绕设置,这样不仅可以增加照射至晶圆 9 表面的热量,提高加热效率,而且还可以提高加热均匀性。另外,通过使环形灯管环绕设置于环形面 221b 内侧,且位于平面 221a 的边缘外侧,可以使环形灯管发出的光线能够更多地照射至环形面 221b 上,以利用环形面 221b 来使照射至其上的光线反射并朝向整个晶圆 9 表面聚拢,且使光线覆盖整个晶圆 9 表面。本领域技术人员可以根据实际情况合理设置环形灯管的直径以及环形灯管与晶圆 9 之间的距离,以使得光线覆盖整个晶圆 9 表面,从而提高温度均匀性。

在一些实施例中,上述环形灯管可以利用固定件固定于加热腔室 2 的顶壁,该固定件例如为卡接件。而且,可以在加热腔室 2 的顶壁中设置引线通道,该引线通道用于将环形灯管的接线自反射面 221 引出至加热腔室 2 之外,并与外部的电源电连接,从而实现环形灯管的供电。需要说明的是,在本实施例中,上述环形灯管为一个,但是,本申请实施例并不局限于此,在实际

应用中，上述环形灯管也可以是多个，且多个环形灯管同心设置，并分布在不同的圆周。当然，热辐射装置 11 还可以采用其他形状的加热灯，例如螺旋形灯管、条形灯管、灯泡等等。

在一些实施例中，为了便于热辐射装置 11 的安装，加热腔室 2 包括顶部具有开口的腔室主体 21，和设置于腔室主体 21 顶部的反射板 22，该反射板 22 与腔室主体 21 密封连接，用于密封开口；反射板 22 具有上述反射面 221，且反射面 221 自开口暴露于加热腔室 2 中。上述热辐射装置 11 可以与反射板 22 固定连接。进一步的，在一些实施例中，为了实现反射板 22 与加热腔室 2 的密封，保证加热腔室 2 内部和反应腔室 1 内部的密封性，腔室主体 21 顶部的开口处设置有第一环形凸部 211，反射板 22 的外周边缘处设置有第二环形凸部 223，第二环形凸部 223 叠置于第一环形凸部 211 上，且第一环形凸部 211 与第二环形凸部 223 固定连接，例如通过螺钉固定连接；第一环形凸部 211 与第二环形凸部 223 之间还设置有密封件 12，用于密封开口。这样，第一环形凸部 211 可为反射板 22 提供支撑，且能够安装密封件 12。另外，在一些实施例中，可以在第一环形凸部 211 与第二环形凸部 223 之间设置定位结构，以实现二者的定位，从而为反射板 22 的安装提供方便。该定位结构例如为至少一个定位销 13。

在一些实施例中，在加热腔室 2 既用于进行热处理工艺，又用于存放遮蔽盘 10 的基础上，工艺腔室还包括设置于加热腔室 2（例如为遮蔽盘库）的第一升降装置 5，该第一升降装置 5 例如可以为顶针机构，该第一升降装置 5 用于在加热腔室 2 中承载遮蔽盘 10；第一升降装置 5 和传输装置 4 中的至少一者能够带动置于其上的遮蔽盘 10 升降，以实现遮蔽盘 10 在第一升降装置 5 和传输装置 4 之间的传递。另外，在一些实施例中，在传输装置 4 要向加热腔室 2 传输晶圆时，第一升降装置 5 用于带动置于其上的遮蔽盘 10 下降至低于传输装置 4 所承载的晶圆在加热腔室 2 中的位置（即，低于传输装置 4

将晶圆移入加热腔室 2 中进行热处理工艺时晶圆的位置),以使晶圆在移入加热腔室 2 中时,位于遮蔽盘 10 的上方,热辐射装置 11 的下方,避免遮蔽盘 10 阻碍晶圆移入加热腔室 2 中,此时可以利用热辐射装置 11 从加热腔室 2 的顶部向晶圆辐射热量,实现对晶圆的热处理。

在一些实施例中,在加热腔室 2 既用于进行热处理工艺,又用于存放遮蔽盘 10 的基础上,工艺腔室还包括设置于反应腔室 1 内的第二升降装置 6,该第二升降装置 6 例如可以为顶针机构,该第二升降装置 6 用于在反应腔室 1 中承载晶圆 9;第二升降装置 6 和基座 3 中的至少一者能够带动置于其上的晶圆 9 升降,以实现晶圆 9 在第二升降装置 6 和基座 3 之间的传递。

上述第一升降装置 5 和第二升降装置 6 中的至少一者可以包括在圆周方向上间隔设置的至少三个顶针,例如图 2 中示出的第一升降装置 5,其具有至少三个第一顶针 51,图 2 仅示意性地示出了两个第一顶针 51。至少三个第一顶针 51 的顶端共同构成用于承载遮蔽盘 10 或晶圆 9 的承载面,至少三个第一顶针 51 所在圆周的中心例如与传输装置 4 所承载的晶圆在加热腔室 2 中的中心位置对中。上述第一升降装置 5 和/或第二升降装置 6 能够升降,以第一升降装置 5 能够升降为例,第一升降装置 5 还包括与至少三个第一顶针 51 连接的升降机构,例如图 2 中示出的第一升降装置 5 的升降机构 52,在升降机构 52 的驱动下,至少三个第一顶针 51 能够同步上升或下降。对于第二升降装置 6,其至少三个第二顶针 61 (图 2 仅示意性地示出了两个)例如可以贯穿基座 3 升降,并且至少三个第二顶针 61 沿基座 3 的周向间隔设置。

以第一升降装置 5 能够升降、第二升降装置 6 能够升降,且基座 3 能够升降为例,在进行半导体工艺之前,使遮蔽盘 10 位于加热腔室 2 中,且由上述第一升降装置 5 (即,至少三个第一顶针 51) 承载,并位于第一承载位置 (即,图 1 和图 2 中遮蔽盘 10 所在位置);此时基座 3 处于传片位置 (即,图 1 和图 2 中基座 3 所在位置),在该传片位置,上述第二升降装置 6 的承载

面（即，由至少三个第二顶针 61 的顶端共同构成）高于基座 3；通过机械手或者其他传片装置将晶圆 9 传输至反应腔室 1 中，并放置于上述第二升降装置 6 的承载面，然后将基座 3 上升至工艺位置（高于图 1 和图 2 中第二升降装置 6 的承载面所在位置），在基座 3 上升过程中，基座 3 会托起晶圆 9，以使晶圆 9 脱离第二升降装置 6，并随基座 3 一起上升。在基座 3 位于工艺位置时，可以进行半导体工艺。半导体工艺结束后，基座 3 下降至传片位置，在基座 3 下降过程中，第二升降装置 6 会支撑晶圆 9，以使晶圆 9 脱离基座 3，使基座 3 单独下降至传片位置。在该传片位置，上述传输装置 4 能够使其承载面运动至晶圆 9 下方，且位于基座 3 上方，此时将第二升降装置 6 下降，直至晶圆 9 下落至传输装置 4 的承载面上，即实现将晶圆 9 从第二升降装置 6 传递至传输装置 4。

在需要进行诸如回流等热处理工艺时，传输装置 4 将晶圆 9 传输至加热腔室 2 中的第二承载位置（即，图 2 中晶圆 9 所在位置），该第二承载位置高于遮蔽盘 10 所在的第一承载位置，此时晶圆 9 位于遮蔽盘 10 的上方，热辐射装置 11 的下方，可以利用热辐射装置 11 向晶圆 9 辐射热量，以进行热处理工艺。热处理工艺结束后，利用传输装置 4 将晶圆 9 传输至反应腔室 1 中，将第二升降装置 6 上升，在其上升过程中，第二升降装置 6 会托起晶圆 9，以使晶圆 9 脱离传输装置 4，即实现将晶圆 9 从传输装置 4 传递至第二升降装置 6，此时完成热处理工艺的晶圆 9 可以进行下一步半导体工艺。

在需要对新靶材轰击或者预热腔室时，可以将承载有遮蔽盘 10 的第一升降装置 5 上升，然后上述传输装置 4 能够使其承载面运动至遮蔽盘库 2 中的遮蔽盘 10 下方，再将第一升降装置 5 下降，直至遮蔽盘 10 下落至传输装置 4 的承载面上，即实现将遮蔽盘 10 从第一升降装置 5 传递至传输装置 4。然后，利用传输装置 4 将遮蔽盘 10 传输至反应腔室 1 中，且位于基座 3（此时位于传片位置）上方，以遮挡基座 3，防止基座 3 被污染。

需要说明的是，在实际应用中，也可以不设置上述第一升降装置 5，而采用其他方式使传输装置 4 能够不携带遮蔽盘 10 单独旋转至反应腔室 1 内。例如，开腔取出遮蔽盘 10。

在一些实施例中，如图 1、图 3 和图 4 所示，传输装置 4 包括传输手臂和第二驱动源 43，其中，传输手臂用于承载遮蔽盘 10 或晶圆 9，第二驱动源 43 用于驱动传输手臂在反应腔室 1 与加热腔室 2 之间运动。例如，该传输手臂例如包括竖直设置的旋转轴 42，以及垂直于该旋转轴 42 的连接臂 41 和承载部 44，承载部 44 具有用于承载晶圆或遮蔽盘的承载面。其中，旋转轴 42 的下端与第二驱动源 43 连接，第二驱动源 43 用于驱动旋转轴 42 沿自身轴线旋转，第二驱动源 43 可以为能够提供旋转动力的电机、气缸或者液压缸。在一些实施例中，第二驱动源 43 设置在反应腔室 1 外部，在这种情况下，旋转轴 42 的下端自反应腔室 1 的底部延伸至腔室外部，并与第二驱动源 43 连接。

旋转轴 42 的上端与连接臂 41 的一端连接，连接臂 41 的另一端与承载部 44 连接。在第二驱动源 43 的驱动下，旋转轴 42 带动连接臂 41 和承载部 44 围绕旋转轴 42 同步旋转，以使承载部 44 旋转至反应腔室 1 内或者加热腔室 2 内。需要说明的是，如果传输装置 4 还能够升降，则可以在上述传输手臂和第二驱动源 43 的基础上，增加升降驱动源，用于驱动传输手臂升降。在一些实施例中，该升降驱动源可以与第二驱动源 43 连接，以驱动第二驱动源 43 和传输手臂整体升降，或者，也可以与传输手臂连接，以仅驱动传输手臂升降，在这种情况下，第二驱动源 43 与升降驱动源连接，以驱动升降驱动源和传输手臂整体旋转。

上述承载部 44 用于承载遮蔽盘 10 或晶圆。在一些实施例中，上述承载部 44 在水平面上的正投影的轮廓形状被设置为：在承载部 44 移动至加热腔室 2 内时，不会碰撞第一升降装置 5；在承载部 44 移动至反应腔室 1 内时，不会碰撞第二升降装置 6。

在上述第二升降装置 6 包括在圆周方向上间隔设置的多个第二顶针 61 的情况下，如图 3 所示，在承载部 44 承载遮蔽盘 10 或晶圆移动至反应腔室 1 内时，该承载部 44 的至少一部分能够从第二升降装置 6 的相邻第二顶针 61 之间的间隔 611 移入多个第二顶针 61 所围的空间中，以使遮蔽盘 10 或晶圆位于基座 3 上方。在上述第一升降装置 5 包括在圆周方向上间隔设置的多个第一顶针 51 的情况下，在承载部 44 承载遮蔽盘 10 或晶圆移动至加热腔室 2 内时，该承载部 44 的至少一部分能够从第一升降装置 5 的相邻第一顶针 51 之间的间隔移入多个第一顶针 51 所围的空间中，以使遮蔽盘 10 或晶圆位于热辐射装置 11 的下方。具体地，在承载部 44 承载晶圆移动至加热腔室 2 内时，该承载部 44 的至少一部分能够从相邻第一顶针 51 之间的间隔移入多个第一顶针 51 所围的空间中，此时晶圆 9 位于遮蔽盘 10 的上方，热辐射装置 11 的下方。能够实现上述功能的承载部 44 的一种轮廓的形状如图 3 所示。当然，图 3 所示的承载部 44 的结构仅仅只是作为示例，在实际应用中，传输手臂也可以采用其他任意轮廓形状，只要不会碰撞第一升降装置 5 和第二升降装置 6 即可。

作为另一个技术方案，本申请实施例还提供一种半导体工艺设备，其包括本申请实施例提供的上述工艺腔室。

本申请实施例提供的半导体工艺设备，其通过采用本申请实施例提供的上述工艺腔室，可以提高对晶圆的加热效率和加热均匀性。

在一些实施例中，本申请实施例提供的半导体工艺设备包括物理气相沉积设备。该物理气相沉积设备的工艺腔室中，反应腔室 1 可用于对晶圆进行薄膜沉积工艺（例如金属薄膜）；加热腔室 2 可用于对晶圆上沉积的薄膜进行热处理工艺，例如对金属薄膜进行回流工艺。

作为另一个技术方案，结合图 1、图 2 和图 5 所示，本申请实施例还提供一种薄膜沉积方法，包括：

S1、在反应腔室 1 内的晶圆 9 完成半导体工艺后，将加热腔室 2 内的遮蔽盘 10 下降至加热腔室 2 中的第一承载位置（即，图 1 和图 2 中遮蔽盘 10 所在位置），加热腔室 2 与反应腔室 1 连通；

S2、将晶圆 9 传输至加热腔室 2 中的第二承载位置（即，图 2 中晶圆 9 所在位置），该第二承载位置高于上述第一承载位置；

S3、从加热腔室 2 的顶部向晶圆 9 辐射热量，以对晶圆 9 进行热处理。

本申请实施例提供的薄膜沉积方法，其加热腔室 2 既用于进行热处理工艺，又用于存放遮蔽盘 10，从而可以简化设备结构，减小设备占用空间，降低设备成本，同时可以在进行诸如金属回流工艺等的热处理工艺之前，将该晶圆从反应腔室 1 传输至加热腔室 2 中，并在进行热处理工艺时从加热腔室 2 的顶部向晶圆 9 辐射热量，从而实现对晶圆的加热，完成热处理工艺。本方案是在加热腔室 2 中加热晶圆，由于加热腔室 2 的体积可被设置为相对于反应腔室 1 更小，这可以使热量分布更集中，热量损耗更小，从而可以提高晶圆升温速率；同时，通过从加热腔室 2 的顶部向晶圆 9 辐射热量，可以直接对晶圆 9 上表面进行加热，从而可以进一步提高晶圆升温速率。

具体地，以图 1 所示的工艺腔室，且第一升降装置 5 能够升降、第二升降装置 6 能够升降，且基座 3 能够升降为例，在进行半导体工艺之前，先使遮蔽盘 10 位于加热腔室 2 中，且由传输装置 4 承载，此时基座 3 处于传片位置，在该传片位置，上述第二升降装置 6 的承载面（即，至少三个第二顶针 61 的顶端构成的承载面）高于基座 3；然后通过机械手或者其他传片装置将晶圆 9 传输至反应腔室 1 中，并放置于上述第二升降装置 6 的承载面，再将基座 3 上升至工艺位置，在基座 3 上升过程中，基座 3 会托起晶圆 9，以使晶圆 9 脱离第二升降装置 6，并随基座 3 一起上升，直至基座 3 到达工艺位置，此时反应腔室 1 可以执行半导体工艺。

待半导体工艺结束后，基座 3 自工艺位置下降至传片位置，在基座 3 下

降过程中，第二升降装置 6 会支撑晶圆 9，以使晶圆 9 脱离基座 3，使基座 3 单独下降至传片位置。然后，执行上述步骤 S1，即，将加热腔室 2 内的遮蔽盘 10 下降至加热腔室 2 中的第一承载位置（即，图 1 和图 2 中遮蔽盘 10 所在位置），具体过程例如为：将第一升降装置 5 上升，在其上升过程中，第一升降装置 5 会托起遮蔽盘 10，以使遮蔽盘 10 脱离传输装置 4，即实现将遮蔽盘 10 从传输装置 4 传递至第一升降装置 5，然后传输装置 4 能够使其承载面运动至晶圆 9（此时由第二升降装置 6 承载）下方，并且第一升降装置 5 下降，直至遮蔽盘 10 下降至加热腔室 2 中的第一承载位置，将第二升降装置 6 下降，直至晶圆 9 下落至传输装置 4 的承载面上，即实现将晶圆 9 从第二升降装置 6 传递至传输装置 4。然后，开始执行上述步骤 S2，即，传输装置 4 将晶圆 9 传输至加热腔室 2 中的第二承载位置，该第二承载位置高于遮蔽盘 10 所在的第一承载位置，此时晶圆 9 位于遮蔽盘 10 的上方，热辐射装置 11 的下方，此时加热腔室 2 可以执行上述步骤 S3，即进行热处理工艺。

待热处理工艺结束后，传输装置 4 将晶圆 9 传输至反应腔室 1 中，将第二升降装置 6 上升，在其上升过程中，第二升降装置 6 会托起晶圆 9，以使晶圆 9 脱离传输装置 4，即实现将晶圆 9 从传输装置 4 传递至第二升降装置 6，此时完成热处理工艺的晶圆 9 可以进行下一步半导体工艺。

综上所述，本申请实施例提供的工艺腔室、半导体工艺设备和薄膜沉积方法的技术方案中，可在进行诸如金属回流工艺等的热处理工艺之前，利用传输装置承载晶圆，将该晶圆从反应腔室传输至加热腔室中，并在进行热处理工艺时利用在加热腔室的顶部设置的热辐射装置，朝向加热腔室内部的晶圆辐射热量，从而实现对晶圆的加热，完成热处理工艺。本方案是在加热腔室中加热晶圆，由于加热腔室的体积可被设置为相对于反应腔室更小，这可以使热量分布更集中，热量损耗更小，从而可以提高晶圆升温速率；同时，通过将上述热辐射装置设置于加热腔室的顶部，可以直接对晶圆上表面进行

加热，从而可以进一步提高晶圆升温速率。

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. 一种工艺腔室，其特征在于，包括：
- 反应腔室，在所述反应腔室中设置有用承载晶圆的基座；
- 5 加热腔室，与所述反应腔室连通；所述加热腔室的顶部设置有热辐射装置，用于朝向所述加热腔室内部辐射热量；
- 传输装置，设置于所述反应腔室中，用于承载晶圆，且能够将所述晶圆在所述反应腔室与所述加热腔室之间传输。
- 10 2. 根据权利要求 1 所述的工艺腔室，其特征在于，所述加热腔室内还存放有遮蔽盘；所述传输装置还用于承载所述遮蔽盘，且能够将所述遮蔽盘在所述反应腔室与所述加热腔室之间传输。
3. 根据权利要求 2 所述的工艺腔室，其特征在于，所述传输装置用于
- 15 在所述反应腔室对所述晶圆进行半导体工艺之前，将所述加热腔室内存放的所述遮蔽盘传输到所述基座上方，并且在所述反应腔室要开始对所述晶圆进行半导体工艺时，将所述遮蔽盘传输到所述加热腔室；或者
- 所述传输装置用于在所述反应腔室内的所述晶圆完成半导体工艺之后，将所述晶圆传输到所述热辐射装置下方，以使所述热辐射装置能够对所述晶
- 20 圆进行加热，并且在所述加热结束之后，将所述晶圆传输到所述基座上。
4. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的工艺腔室，其特征在于，所述加热腔室的顶壁设置有反射面，所述反射面用于将所述热辐射装置辐射出的热量向位于所述加热腔室内的晶圆表面反射。
- 25 5. 根据权利要求 4 所述的工艺腔室，其特征在于，所述加热腔室的顶壁设置有冷却流道，所述冷却流道用于传输冷却流体。

6. 根据权利要求4所述的工艺腔室，其特征在于，所述加热腔室的顶壁形成有凹部，所述凹部的内表面构成所述反射面，且所述凹部的内表面形状被设置为能够使反射的光线朝向位于所述加热腔室内的晶圆表面聚拢，并使光线覆盖整个晶圆表面。

7. 根据权利要求6所述的工艺腔室，其特征在于，所述反射面包括平面和环绕于所述平面周围的环形面，其中，所述平面平行于水平面，所述环形面的高度自所述平面的边缘朝靠近所述加热腔室的顶壁四周边缘的方向递减。

8. 根据权利要求7所述的工艺腔室，其特征在于，所述热辐射装置包括环形灯管，所述环形灯管环绕设置于所述环形面内侧，且位于所述平面的边缘外侧。

9. 根据权利要求4所述的工艺腔室，其特征在于，所述加热腔室包括顶部具有开口的腔室主体，和设置于所述腔室主体顶部的反射板，所述反射板与所述腔室主体密封连接，用于密封所述开口；所述反射板具有所述反射面，且所述反射面自所述开口暴露于所述加热腔室中。

10. 根据权利要求9所述的工艺腔室，其特征在于，所述腔室主体顶部的所述开口处设置有第一环形凸部，所述反射板的外周边缘处设置有第二环形凸部，所述第二环形凸部叠置于所述第一环形凸部上，且所述第一环形凸部与所述第二环形凸部固定连接；

所述第一环形凸部与所述第二环形凸部之间还设置有密封件，用于密封所述开口。

11. 根据权利要求 2 所述的工艺腔室，其特征在于，还包括：设置于所述加热腔室内的第一升降装置，所述第一升降装置用于在所述加热腔室中承载所述遮蔽盘；

所述第一升降装置和所述传输装置中的至少一者能够带动置于其上的所述遮蔽盘升降，以实现所述遮蔽盘在所述第一升降装置和所述传输装置之间的传递。

12. 根据权利要求 11 所述的工艺腔室，其特征在于，在所述传输装置要向所述加热腔室传输所述晶圆时，所述第一升降装置用于带动置于其上的所述遮蔽盘下降至低于所述传输装置所承载的所述晶圆在所述加热腔室中的位置。

13. 根据权利要求 11 所述的工艺腔室，其特征在于，还包括：设置于所述反应腔室内的第二升降装置，所述第二升降装置用于在所述反应腔室中承载所述晶圆；

所述第二升降装置和所述基座中的至少一者能够带动置于其上的所述晶圆升降，以实现所述晶圆在所述第二升降装置和所述基座之间的传递。

14. 根据权利要求 13 所述的工艺腔室，其特征在于，所述传输装置包括传输手臂和第二驱动源，其中，所述传输手臂用于承载所述遮蔽盘或所述晶圆，所述第二驱动源用于驱动所述传输手臂在所述反应腔室与所述加热腔室之间运动；

所述传输手臂包括竖直设置的旋转轴，以及垂直于所述旋转轴的连接臂和承载部，其中，所述旋转轴的下端与所述第二驱动源连接，所述旋转轴的上端与所述连接臂的一端连接，所述连接臂的另一端与所述承载部连接；

所述第二升降装置包括沿所述基座的周向间隔设置的多个顶针，在所述承载部承载所述遮蔽盘或晶圆移动至所述反应腔室内时，所述承载部的至少

一部分能够从所述第二升降装置的相邻顶针之间的间隔移入多个顶针所围的空间中，以使所述遮蔽盘或晶圆位于所述基座上方；或者

所述第一升降装置包括沿所述基座的周向间隔设置的多个顶针，在所述承载部承载所述遮蔽盘或晶圆移动至所述加热腔室内时，所述承载部的至少一部分能够从所述第一升降装置的相邻顶针之间的间隔移入多个顶针所围的空间中，以使所述遮蔽盘或晶圆位于所述热辐射装置下方。

15. 一种半导体工艺设备，其特征在于，包括权利要求 1-14 中任意一项所述的工艺腔室。

10

16. 根据权利要求 15 所述的半导体工艺设备，其特征在于，所述半导体工艺设备包括物理气相沉积设备。

17. 一种薄膜沉积方法，其特征在于，包括：

15 在反应腔室内的晶圆完成半导体工艺后，将加热腔室内的遮蔽盘下降至所述加热腔室中的第一承载位置，所述加热腔室与所述反应腔室连通；

将所述晶圆传输至所述加热腔室中的第二承载位置，所述第二承载位置高于所述第一承载位置；

20 从所述加热腔室的顶部向所述晶圆辐射热量，以对所述晶圆进行热处理。