

薄膜沉积装置、薄膜沉积方法及薄膜沉积设备

5 技术领域

本发明涉及半导体制造设备领域，特别是涉及一种薄膜沉积装置、薄膜沉积方法及薄膜沉积设备。

背景技术

10 半导体制造时常涉及使用等离子体增强化学气相沉积(PECVD)来沉积一或更多个材料层到被加热的基板上。目前应用广泛的是多站式薄膜沉积设备，多站式的设计不仅能显著提高薄膜沉积的工艺效率，还能减少在无尘车间的占用面积。

在现有的多站式薄膜沉积设备中，处理腔室都是中心对称的设计。由于各
15 处理站之间的串扰，射频能量、气流等工艺因素会有偏向处理腔室中心的分布，导致基板上朝向处理腔室中心的区域的薄膜偏厚。

当沉积薄膜超过 200 层后薄膜的均匀性和质量发生降级，在不同种类薄膜的持续堆叠过程中会持续放大固定位置的偏差，从而导致基板上薄膜的均匀性
20 偏离可控范围。这将使后续的刻蚀工艺无法实现通孔刻蚀的精准度，导致在刻蚀工艺过程中发生刻蚀通孔偏离垂直方向，从而进一步导致半导体器件的失效。

发明内容

本发明的目的在于提供一种薄膜沉积装置、薄膜沉积方法及薄膜沉积设备，用于解决现有技术中基板上沉积薄膜的均匀性差的问题。

25 为实现上述目的及其它相关目的，本发明提供了一种薄膜沉积装置，包括处理腔室，所述处理腔室包括：

N 个呈正多边形分布的处理站，用于进行薄膜沉积；其中， $N \geq 3$ ；

N 个工艺机械手，分别设置在相邻两个处理站之间，用于在相邻两个处理站之间传送基板；每一工艺机械手的一端与所述处理腔室转动连接，且转动连

接点位于相邻两个处理站的圆心连线的中垂面上。

可选地，所述工艺机械手在相邻两个处理站之间的旋转角度为 $360^\circ / N$ 。

5 可选地，所述处理站包括：加热托盘，用于承载和加热基板；支撑件，穿设在所述加热托盘内，用于支撑基板；升降机构，用于带动所述支撑件上升或者下降，以托起基板离开所述加热托盘或工艺机械手，或者放置基板于所述加热托盘或工艺机械手上。

可选地，所述转动连接点相对于所述处理腔室是固定的，且所述转动连接点的位置高于所述处理站。

10 可选地，所述转动连接点相对于所述处理腔室能够进行升降，所述转动连接点设置在所述处理腔室内的任意高度。

可选地，所述处理站和工艺机械手的数量均为四个。

可选地，所述支撑件包括顶针，所述加热托盘上开设有通孔，所述顶针设置在所述通孔内。

可选地，所述顶针为三个，所述通孔为三个，且与所述顶针一一对应。

15 可选地，各通孔与所述加热托盘的边沿的距离相等，所述顶针按正三角形分布排列，且其中一个顶针为中心顶针，所述中心顶针分布在所述处理站圆心和所述处理腔室中心的连线上。

可选地，所述工艺机械手的长度小于所述转动连接点与所述工艺机械手两侧的任一中心顶针的距离。

20 可选地，所述工艺机械手的长度大于所述转动连接点与相邻的任一处理站的圆心之间的距离。

本发明还提出一种薄膜沉积方法，包括以下步骤：

S11，将基板放进处理腔室中；

S12，在基板上沉积一定层数的薄膜；

25 S13，多个工艺机械手同步转动，分别在相邻两个处理站之间传送基板；

S14，当基板在所有处理站沉积完成后，将基板从处理腔室中取出，并重复步骤 S11-S14；否则，重复步骤 S12-S14。

本申请还提出一种薄膜沉积设备，包括：基板装载端口，用于放置基板；缓存装置，用于放置待沉积的基板；前端机械手，用于在所述基板装载端口和

缓存装置之间搬运基板；如前述所述的薄膜沉积装置，用于对基板进行薄膜沉积；搬运机械手，用于在所述缓存装置和所述薄膜沉积装置的处理腔室之间搬运基板。

5 可选地，所述处理腔室的侧壁上设置有门，用于允许所述搬运机械手进入所述处理腔室内部，放置或取出基板。

可选地，所述处理腔室为多个，且多个处理腔室对称排布于所述搬运机械手两侧或依序排布于所述搬运机械手外周。

可选地，薄膜沉积设备还包括处理模块，用于在沉积之前对基板进行预热或者表面还原，或者用于在沉积之后进行薄膜表面改性。

10 可选地，所述缓存装置为多个，相邻两个缓存装置之间还设有搬运机械手，用于在两个缓存装置间搬运基板。

如上所述，本发明提供一种薄膜沉积装置、薄膜沉积方法及薄膜沉积设备，具有以下有益效果：通过工艺机械手在多个处理站之间传送基板，传送之后基板上靠近处理腔室中心的区域发生改变，因而在多个处理站沉积的薄膜能产生
15 补偿效用，使基板上沉积的多层薄膜的均匀性得到改善，避免了基板上沉积的薄膜在后续刻蚀工艺过程中刻蚀通孔偏离垂直方向的现象，从而进一步保证了半导体器件性能的稳定性。

附图概述

20 本发明的特征、性能由以下的实施例及其附图进一步描述。

图 1 显示为本发明薄膜沉积装置的示意图；

图 2A 至图 2C 显示为本发明薄膜沉积装置中不同数量的处理站的示意图；

图 3A 至图 3C 显示为本发明薄膜沉积装置中工艺机械手取出基板的示意图；

25 图 4A 至图 4C 显示为本发明薄膜沉积装置中工艺机械手放下基板的示意图；

图 5 显示为本发明薄膜沉积装置中工艺机械手在两个处理站之间搬运基板的运动轨迹的示意图；

图 6A 至图 6D 显示为本发明薄膜沉积装置中工艺机械手在多个处理站之

间搬运多个基板的示意图；

图 7A 和图 7B 显示为本发明薄膜沉积装置中加载基板的示意图；

图 8A 至 8C 显示为本发明薄膜沉积设备的排布示意图。

5 本发明的较佳实施方式

以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其它优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

10 需要说明的是，本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想，虽图示中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制，其实际实施时各组件的形态、数量及比例可为一种随意的改变，且其组件布局形态也可能更为复杂。另外，在多个附图中表示的相同附图标记的部分表示相同或同等的部分或部件。

15 如图 1 所示，本发明提出一种薄膜沉积装置，包括中心对称的处理腔室 1，用于进行薄膜沉积。处理腔室 1 包括多组一一对应的处理站 101 和工艺机械手 201，多个工艺机械手 201 分别设置在相邻两个处理站 101 之间，用于在相邻两个处理站 101 之间传送基板 w。

20 处理腔室 1 的形状可以是正多边形，处理站 101 和工艺机械手 201 的数量与处理腔室 1 的边的数量对应，即处理站 101 可以有至少三个，相应地，工艺机械手 201 有至少三个。在一些实施例中，如图 1 所示，处理腔室 1 的形状为正方形，从安全、工艺的角度做了圆角处理，处理站 101 有四个，工艺机械手 201 对应四个。在另外一些实施例中，参照图 2A 至 2C，分别示出了有三个、五个和六个处理站 101 的实施例。

25 具体地，如图 5 所示，工艺机械手 201 的一端可以与处理腔室 1 转动连接，转动连接点 O 位于相邻两个处理站 101 圆心连线的中垂面上。工艺机械手 201 可以直接设置在处理腔室 1 的侧壁上，也可以通过连杆设置在处理腔室 1 的底部或者顶部。在一些实施例中，该转动连接点 O 相对于处理腔室 1 是始终固定的，且该转动连接点 O 高于处理站 101 的位置。在另一些实施例中，该转动连

接点 O 相对于处理腔室 1 可以进行升降，该转动连接点 O 可以设置在处理腔室 1 内的任意高度。各工艺机械手 201 的初始位置为对应相邻两个处理站 101 中间的位置，即位于对应两个相邻处理站 101 圆心连线的中垂面上。

图 5 示出了工艺机械手 201 在两个处理站 101 之间的运动轨迹。在搬运过程中工艺机械手 201 的运动轨迹为一段弧形，该弧形轨迹的圆心为工艺机械手 201 和处理腔室 1 的转动连接点 O。本实施例中，处理站 101 为四个，工艺机械手 201 每次在两个处理站 101 之间搬运时的转动角度可以为 90° ，基板 w 在四个处理站 101 上分别沉积四次薄膜为一个循环，这样基板 w 经过一个循环的薄膜沉积刚好转动 360° ，保证了基板 w 上沉积均匀的薄膜。为了保证工艺机械手 201 支撑晶圆的稳定性，工艺机械手 201 的长度可以覆盖超过加热托盘 11 的圆心（如图 5 中的 A 点和 B 点）。

在图 1 所示的实施例中，处理腔室 1 包括四个处理站 101A、101B、101C、101D 和四个工艺机械手 201A、201B、201C、201D。基于这样的处理站 101 和工艺机械手 201 的配置，可以有多种处理顺序来使薄膜沉积循环能在多个基板 w 上并行地进行。图 1 中还示出了一个基板 w 在四个处理站 101A、101B、101C、101D 之间传送的过程。

参照图 1，本实施例中在基板 w 上进行薄膜沉积的步骤如下：

S1：如左上图所示，将基板 w 加载至处理站 101A 处，进行第一次薄膜沉积后，工艺机械手 201A 从初始位置运动到处理站 101A 处，将基板 w 搬运至处理站 101B，进行第二次薄膜沉积；

S2：如右上图所示，工艺机械手 201A 回到初始位置，同时工艺机械手 201B 从初始位置运动到处理站 101B 处，将基板 w 搬运至处理站 101C，进行第三次薄膜沉积；

S3：如右下图所示，工艺机械手 201B 回到初始位置，同时工艺机械手 201C 从初始位置运动到处理站 101C 处，将基板 w 搬运至处理站 101D，进行第四次薄膜沉积；

S4：如左下图所示，工艺机械手 201C 回到初始位置，同时工艺机械手 201D 从初始位置运动到处理站 101D 处，将基板 w 搬运至处理站 101A，工艺机械手 201D 再回到初始位置。此时完成一个完整的薄膜沉积循环，之后可以将该基板

w 从处理腔室 1 中取出。

在另一些实施例中，可以根据实际的工艺需求调整薄膜沉积和基板 w 传送的过程。例如也可以在每个处理站 101 进行多次薄膜沉积后再搬运至下一处理站 101；例如，S4 中，当基板 w 在处理站 101D 进行薄膜沉积后，也可以再将其搬运至处理站 101A，进行多个处理站 101 之间的薄膜沉积循环，多次循环之后，再将基板 w 从处理腔室 1 中取出。

在该薄膜沉积循环的过程中，基板 w 上靠近处理腔室 1 中心的区域会随着工艺机械手 201 的搬运发生改变。例如，参照图 1，如左上图所示，当基板 w 位于处理站 101A 时，将其靠近处理腔室 1 中心的区域标记为扇形区域 S，工艺机械手 201A 将基板 w 从处理站 101A 搬运至处理站 101B 时，基板 w 跟随工艺机械手 201A 一起旋转，相应地，基板 w 上靠近处理腔室 1 中心的区域也随之变化。例如图 1 中，如右上图所示，当基板 w 位于处理站 101B 时，在处理站 101A 时标记的扇形区域 S 已经旋转至远离处理腔室 1 中心的位置。本发明提供的薄膜沉积装置，通过工艺机械手 201 在多个处理站 101 之间传送基板 w，传送之后基板 w 上靠近处理腔室 1 中心的区域发生改变，因而在多个处理站 101 沉积的薄膜能产生补偿效用，使基板 w 上沉积的多层薄膜的均匀性得到改善，避免了基板 w 上沉积的薄膜在后续刻蚀工艺过程中刻蚀通孔偏离垂直方向的现象，从而进一步保证了半导体器件性能的稳定性。

工艺机械手 201 在相邻两个处理站 101 之间旋转的角度即为工艺机械手 201 的轴线在处理站 101 所在平面的投影，与相邻两个处理站 101 圆心的连线之间的夹角。优选地，工艺机械手 201 在相邻两个处理站 101 之间的旋转角度为 $360^\circ / N$ ，其中 N 为处理腔室 1 中处理站 101 的数量，以便节省处理腔室 1 内部空间，从而减小处理腔室 1 的体积，充分利用内部空间。而且，可以使得基板 w 在多个处理站 101 之间传送时，将原本基板 w 上靠近处理腔室 1 的中心区域旋转到远离处理腔室 1 的中心的位置，保证了基板 w 上沉积的多层薄膜的均匀性。在一些实施例中，工艺机械手 201 在相邻两个处理站 101 之间旋转的角度也可以为 $360^\circ / N \pm 30^\circ$ ，例如在图 1 所示的四个处理站 101 的实施例中，可以设置旋转角度为 80° 、 100° 等等，根据旋转角度对应配置工艺机械手 201 的长度即可。

每个处理站 101 内均设有加热托盘 11、支撑件和升降机构，加热托盘 11 用于承载和加热基板 w，支撑件用于支撑基板 w，升降机构与支撑件连接，用于驱动支撑件沿竖直方向上升或下降，以托起基板 w 离开加热托盘 11 或放置基板 w 于加热托盘 11 上。

- 5 在一些实施例中，支撑件通常为顶针 12，加热托盘 11 上开设有通孔，顶针 12 设置在通孔内。顶针 12 可以有三个，相应地，通孔为三个，且与顶针 12 一一对应。各通孔与加热托盘 11 的边沿的距离相等，可以按照正多边形的形状分布，以保证顶针 12 支撑基板 w 时的稳定性。例如图 5 和图 7A 中，三个顶针 12 按照正三角形分布排列。具体地，三个顶针 12 中的一个分布在处理站 101
- 10 圆心和处理腔室 1 中心的连线上。相应地，四个处理站 101 中都有一个顶针 12 分布在处理站 101 和处理腔室 1 的中心的连线上。

- 在一些实施例中，为了避免在搬运过程中工艺机械手 201 与顶针 12 产生干涉，工艺机械手 201 的长度也不能过长。具体地，如图 5 所示，在工艺机械手 201 两侧的处理站 101 中，分别有两个中心顶针 12A 位于处理站 101 与处理腔室 1 的中心的连线上，工艺机械手 201 在搬运过程中需要避开这两个中心顶针 12A，因此其长度小于转动连接点 O 与这两个中心顶针 12A 之间的距离。
- 15 图 3A 至图 3C 示出了工艺机械手 201 取出基板 w 的过程。参照图 3A，初始状态下，顶针 12 在加热托盘 11 的表面之下，基板 w 在加热托盘 11 上；参照图 3B，升降机构驱动顶针 12 上升，伸出加热托盘 11 的表面，将基板 w 托
- 20 起，工艺机械手 201 运动到基板 w 下方；其中，工艺机械手 201 的运动和顶针 12 的上升可以同时进行，也可以依次进行；参照图 3C，升降机构驱动顶针 12 下降到加热托盘 11 表面之下，以使基板 w 落在工艺机械手 201 上，以被搬运至下一个处理站 101。

- 图 4A 至图 4C 示出了工艺机械手 201 放下基板 w 的过程。参照图 4A，工
- 25 艺机械手 201 已将基板 w 搬运至下一个处理站 101，此时顶针 12 在加热托盘 11 的表面之下，工艺机械手 201 托住基板 w；参照图 4B，升降机构驱动顶针 12 上升，直到高于工艺机械手 201 的位置，以使基板 w 落在顶针 12 上；参照图 4C，工艺机械手 201 运动出该处理站 101 外，升降机构驱动顶针 12 下降到加热托盘 11 的表面之下，以使基板 w 落在加热托盘 11 上；其中，工艺机械手

201 的运动和顶针 12 的下降可以同时进行，也可以依次进行。

图 6A 至图 6D 示出了工艺机械手 201 在多个处理站 101 之间搬运多个基板 w 的过程。现参考图 3A-3C，图 4A-4C 及图 6A-6D 描述这一过程。图 6A 示出了各工艺机械手 201 搬运基板 w 之前的初始状态，各工艺机械手 201 位于相邻的两个加热托盘 11 的中心连线的中垂面上，顶针 12 在加热托盘 11 表面之下，基板 w 在加热托盘 11 上。图 6B 示出了工艺机械手 201 取出基板 w 的过程，顶针 12 升起，且高于工艺机械手 201，顶针 12 将基板 w 托起；工艺机械手 201 运动到基板 w 下方，顶针 12 下降至加热托盘 11 表面之下，基板 w 落在工艺机械手 201 上。参照图 6C，各工艺机械手 201 同时旋转，将基板 w 搬运至相邻的下一个加热托盘 11 上；顶针 12 升起，高于工艺机械手 201，将基板 w 托起。参照图 6D，各工艺机械手 201 回到初始位置，顶针 12 降到加热托盘 11 表面之下，因此基板 w 落在加热托盘 11 上。在工艺机械手 201 可以相对处理腔室 1 进行升降的实施例中，在多个处理站 101 之间搬运基板 w 时，需要将工艺机械手 201 从初始高度升高或者降低到加热托盘 11 和顶针 12 之间的位置，以托起基板 w，并且在搬运结束后，将工艺机械手 201 降低或者升高到初始高度。

如图 8A 至 8C，本发明还提出一种薄膜沉积设备，包括：基板装载端口 100，用于放置基板 w；缓存装置 200，用于放置待沉积的基板 w；前端机械手 300，用于在基板装载端口 100 和缓存装置 200 之间传送基板 w；上述实施例中的薄膜沉积装置，用于对基板 w 进行薄膜沉积；搬运机械手 400，用于在缓存装置 200 和薄膜沉积装置的处理腔室 1 之间搬运基板 w。

具体地，前端机械手 300 从基板装载端口 100 上取出待沉积的基板 w，并放置于缓存装置 200 上；搬运机械手 400 从缓存装置 200 上取出基板 w，放置于薄膜沉积装置的处理腔室 1 中，在基板 w 表面进行薄膜沉积；薄膜沉积结束后，搬运机械手 400 将基板 w 从处理腔室 1 中取出，并放置于缓存装置 200 上；前端机械手 300 将基板 w 从缓存装置 200 上取出，并放回基板装载端口 100，完成薄膜沉积设备的工艺操作。

其中，处理腔室 1 的侧壁上设置有门，用于在基板 w 进行薄膜沉积工艺前、后，搬运机械手 400 进入处理腔室 1 内部，放置或取出基板 w。如图 7A、

7B 所示，处理腔室 1 的侧壁上可以设置有一个或者两个门 13，搬运机械手 400 的数量可以对应门 13 的数量，即单出口的处理腔室 1 对应设置一个搬运机械手 400，双出口的处理腔室 1 对应设置两个搬运机械手 400。

5 在一些实施例中，如图 8A 至图 8B 所示，薄膜沉积装置的处理腔室 1 可以设置为多个，且多个处理腔室 1 依次排布于搬运机械手 400 的外周。

参照图 8A，薄膜沉积设备还可以包括处理模块 500，用于在沉积之前对基板 w 进行预热或者表面还原，或者用于在沉积之后进行薄膜表面改性。

10 基于设备整体运行速度，可选地，薄膜沉积设备设有多个缓存装置 200，相应地，也可以设置更多的搬运机械手 400 和处理腔室 1。如图 8C 所示，薄膜沉积设备设有两个缓存装置 200，两个缓存装置 200 之间设有搬运机械手 400，用于在两个缓存装置 200 之间搬运基板 w。在该搬运机械手 400 的两侧还设有两个处理腔室 1，搬运机械手 400 可以进入处理腔室 1 内部，放置或者取出基板 w。

15 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效，而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变，仍应由本发明的权利要求所涵盖。

权 利 要 求

1. 一种薄膜沉积装置，包括处理腔室，其特征在于，所述处理腔室包括：
N 个呈正多边形分布的处理站，用于进行薄膜沉积；其中， $N \geq 3$ ；
- 5 N 个工艺机械手，分别设置在相邻两个处理站之间，用于在相邻两个处理站之间传送基板；每一工艺机械手的一端与所述处理腔室转动连接，且转动连接点位于相邻两个处理站的圆心连线的中垂面上。
2. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述工艺机械手在相邻两个处理站之间的旋转角度为 $360^\circ / N$ 。
- 10 3. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述处理站包括：
加热托盘，用于承载和加热基板；
支撑件，穿设在所述加热托盘内，用于支撑基板；
升降机构，用于带动所述支撑件上升或者下降，以托起基板离开所述加热托盘或工艺机械手，或者放置基板于所述加热托盘或工艺机械手上。
- 15 4. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述转动连接点相对于所述处理腔室是固定的，且所述转动连接点的位置高于所述处理站。
5. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述转动连接点相对于所述处理腔室能够进行升降，所述转动连接点设置在所述处理腔室内的任意高度。
- 20 6. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述处理站和工艺机械手的数量均为四个。
7. 根据权利要求 3 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述支撑件包括顶针，所述加热托盘上开设有通孔，所述顶针设置在所述通孔内。
8. 根据权利要求 7 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述顶针为三个，
- 25 所述通孔为三个，且与所述顶针一一对应。
9. 根据权利要求 8 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，各通孔与所述加热托盘的边沿的距离相等，所述顶针按正三角形分布排列，且其中一个顶针为中心顶针，所述中心顶针分布在所述处理站圆心和所述处理腔室中心的连线上。
10. 根据权利要求 9 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述工艺机械手的
- 30 长度小于所述转动连接点与所述工艺机械手两侧的任一中心顶针的距离。

11. 根据权利要求 10 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述工艺机械手的长度大于所述转动连接点与相邻的任一处理站的圆心之间的距离。

12. 一种薄膜沉积方法，其特征在于，包括以下步骤：

S11，将基板放进处理腔室中；

5 S12，在基板上沉积一定层数的薄膜；

S13，多个工艺机械手同步转动，分别在相邻两个处理站之间传送基板；

S14，当基板在所有处理站沉积完成后，将基板从处理腔室中取出，并重复步骤 S11-S14；否则，重复步骤 S12-S14。

13. 一种薄膜沉积设备，其特征在于，包括：

10 基板装载端口，用于放置基板；

缓存装置，用于放置待沉积的基板；

前端机械手，用于在所述基板装载端口和缓存装置之间搬运基板；

如权利要求 1-11 任一项所述的薄膜沉积装置，用于对基板进行薄膜沉积；

15 搬运机械手，用于在所述缓存装置和所述薄膜沉积装置的处理腔室之间搬运基板。

14. 根据权利要求 13 所述的薄膜沉积设备，其特征在于，所述处理腔室的侧壁上设置有门，用于允许所述搬运机械手进入所述处理腔室内部，放置或取出基板。

20 15. 根据权利要求 13 所述的薄膜沉积设备，其特征在于，所述处理腔室为多个，且多个处理腔室对称排布于所述搬运机械手两侧或依序排布于所述搬运机械手外周。

16. 根据权利要求 13 所述的薄膜沉积设备，其特征在于，还包括处理模块，用于在沉积之前对基板进行预热或者表面还原，或者用于在沉积之后进行薄膜表面改性。

25 17. 根据权利要求 13 所述的薄膜沉积设备，其特征在于，所述缓存装置为多个，相邻两个缓存装置之间还设有搬运机械手，用于在两个缓存装置间搬运基板。