半导体工艺腔室、半导体工艺设备和半导体工艺方法

技术领域

本发明涉及半导体工艺设备领域，具体地，涉及一种半导体工艺腔室、一种包括该半导体工艺腔室的半导体工艺设备和应用于该半导体工艺设备上的半导体工艺方法。

背景技术

随着电子产品的普及与更新换代以及国际形势的推动，半导体行业发展迅速，其中超大规模集成电路的进展尤为突出。各代工厂急需最优的扩产方案，即产能与占地面积比值最大化。现阶段提高产能的方案主要有以下两种：一、提高成膜速率，即提高单位时间内成膜衬底数量；二、增加同时成膜的衬底数量。

然而，采用现有的单晶圆加工腔室增加产能可提高成膜速率，但提高成膜速率提高产量有限。与之相比，大产能多反应区腔室设备优势明显，其关键技术为各个反应区的独立性，即通过隔离密封结构进行隔离以实现各个反应区的独立性，以化学气相沉积（Chemical Vapor Deposition，CVD）和原子层沉积（atomic layer deposition，ALD）工艺设备为例，隔离密封结构可保证各个反应区的气流场稳定、均匀，进一步保证成膜的稳定性、均匀性。但是，受到大产能多反应区腔室设备自身的传片结构的限制，导致各个反应区之间相互连通，传输腔的内部空间较大且气流无规律，不能保证气流平稳及均匀，进一步导致工艺过程中控压不稳定，最终影响成膜质量。

发明内容

本发明旨在提供一种半导体工艺腔室、一种半导体工艺设备和一种半导体工艺方法，该半导体工艺腔室能够改善反应腔的控压效果，提高半导体工艺的工艺效果，并缩短传片时间，提高半导体工艺的成膜效率。

为实现上述目的，作为本发明的一个方面，提供一种半导体工艺腔室，包括反应腔和位于所述反应腔下方的传输腔，所述反应腔通过底部开口与所述传输腔连通，所述半导体工艺腔室中设置有基座，所述基座的底部连接有升降轴，以能够通过所述底部开口在所述反应腔与所述传输腔之间升降，其特征在于，所述半导体工艺腔室中还设置有具有弹性的环形密封结构，所述环形密封结构设置于所述基座的下方且环绕在所述基座的升降轴周围，在所述基座下降至所述传输腔的过程中，所述基座能够下压所述环形密封结构使之被压缩；在所述基座上升至所述反应腔，并解除施加在所述环形密封结构上的压力时，所述环形密封结构在自身弹力的作用下伸长，直至与所述反应腔的底壁相抵，以封闭所述底部开口。

可选地，所述环形密封结构包括密封环和第一弹性密封筒，其中，所述第一弹性密封筒的顶端与所述密封环的底壁密封连接，所述第一弹性密封筒的底端与所述传输腔的底壁密封连接；在所述第一弹性密封筒伸长时，所述密封环的顶壁能够与所述反应腔的底壁相抵，以封闭所述底部开口；

所述升降轴的底端穿过设置在所述传输腔底部的通孔，延伸至所述传输腔的外部；所述第一弹性密封筒的底端环绕在所述通孔周围，用于密封所述通孔。

可选地，所述第一弹性密封筒为波纹管。

可选地，所述第一弹性密封筒的底端具有连接法兰，所述传输腔的底壁上环绕所述通孔形成有第一环形容纳槽，所述连接法兰设置在所述第一环形容纳槽中，且所述连接法兰与所述第一环形容纳槽彼此相对的两个表面之间设置有第一密封件。

可选地，所述密封环包括凹盘和凹盘法兰，所述凹盘法兰环绕所述凹盘设置且与所述凹盘的外沿固定连接，所述凹盘法兰用于与所述反应腔的底壁接触，所述凹盘朝向所述反应腔的一侧具有容纳凹槽，用于在所述基座下降时容纳所述基座。

可选地，所述反应腔的底壁具有环绕所述底部开口的第二环形容纳槽，所述第二环形容纳槽用于容纳所述凹盘法兰，且所述凹盘法兰与所述第二环形容纳槽彼此相对的两个表面之间设置有第二密封件。

可选地，所述基座具有沿所述基座的周向间隔分布的多个基座孔，多个所述基座孔中一一对应地设置有多个支撑柱，且在每个所述基座孔与对应的所述支撑柱之间形成有限位结构，所述限位结构用于在基座上升至所述支撑柱的顶端不高于所述基座的承载面的位置时，使所述支撑柱随所述基座一同上升；

在所述基座下降的过程中，所述支撑柱在其底端与所述传输腔的底壁接触后停止下降，以使所述支撑柱的顶端能够高于所述基座的承载面；

所述环形密封结构环绕于多个所述支撑柱的外侧。

可选地，所述反应腔为多个，各所述反应腔均具有所述底部开口，所述基座的数量与所述反应腔的数量相同，且一一对应地设置；所述传输腔中设置有传输机械手，用于在不同所述反应腔对应的所述基座之间转移晶圆。

可选地，多个所述反应腔环绕所述传输机械手设置；

所述传输机械手包括驱动组件、上端法兰以及固定设置在所述上端法兰上的传输手指，所述驱动组件用于驱动所述上端法兰及其上固定的所述传输手指作升降动作和旋转动作，以使所述传输手指将部分所述基座上的晶圆取下，并将所述晶圆放置在其他所述基座上。

可选地，所述半导体工艺腔室还包括吹扫装置，所述吹扫装置用于通过所述传输腔底部的通孔向第一弹性密封筒中通入吹扫气体。

作为本发明的第二个方面，提供一种半导体工艺设备，包括上述任一半导体工艺腔室。

作为本发明的第三个方面，提供一种半导体工艺方法，所述半导体工艺方法应用于前面所述的半导体工艺设备，所述方法包括：

向位于所述传输腔中的所述基座上放置工艺前晶圆；

控制所述基座上升至所述反应腔，在此过程中，所述环形密封结构封闭所述底部开口；

进行半导体工艺；

控制所述基座下降至所述传输腔；

取下所述基座上的工艺后晶圆。

可选地，所述反应腔为多个，各所述反应腔均具有所述底部开口，所述基座的数量与所述反应腔的数量相同，且一一对应地设置；所述传输腔中设置有传输机械手，用于在不同所述反应腔对应的所述基座之间转移晶圆；

所述向所述基座上放置工艺前晶圆，包括：

向部分所述基座上放置工艺前晶圆；

控制所述传输机械手将部分所述基座上的工艺前晶圆转移至其他所述基座上；

再次向部分所述基座上放置工艺前晶圆；

所述取下所述基座上的工艺后晶圆，包括：

取下部分所述基座上的工艺后晶圆；

控制所述传输机械手将其他所述基座上的工艺后晶圆转移至部分所述基座上；

再次取下部分所述基座上的工艺后晶圆。

可选地，多个所述反应腔环绕所述传输机械手设置；所述传输机械手包括驱动组件、上端法兰以及固定设置在所述上端法兰上的传输手指，所述驱

动组件用于驱动所述上端法兰及其上固定的所述传输手指作升降动作和旋转动作，以使所述传输手指将部分所述基座上的晶圆取下，并将所述晶圆放置在其他所述基座上；

所述控制所述传输机械手将部分所述基座上的工艺前晶圆转移至其他基座上，包括：

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰上升或下降，使所述传输手指的高度上升或下降至所述工艺前晶圆与所述基座的承载面之间；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使至少部分所述传输手指旋转至部分所述基座上的工艺前晶圆下方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰升高，使所述传输手指取下部分所述基座上的工艺前晶圆；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指上承载的工艺前晶圆旋转至位于其他所述基座上方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰下降，使所述传输手指将所述工艺前晶圆放置在其他所述基座上；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指离开所述基座；

所述控制所述传输机械手将其他所述基座上的工艺后晶圆转移至部分所述基座上包括：

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰上升或下降，使所述传输手指的高度上升或下降至所述工艺前晶圆与所述基座的承载面之间；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使至少部分所述传输手指旋转至其他所述基座上的工艺前晶圆下方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰升高，使所述传输手指取下其他所述基座上的工艺前晶圆；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指上承载的工艺前晶圆旋转至位于部分所述基座上方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰下降，使所述传输手指将所述工艺前晶圆放置在部分所述基座上；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指离开所述基座。

在本发明中，通过在半导体工艺腔室中设置具有弹性的环形密封结构，该环形密封结构设置于基座的下方且环绕在基座的升降轴周围，用于将传输腔进行分区隔离，使位于环形密封结构外侧的外部空间及外界环境与环形密封结构内侧的空间隔离，从而保证传输腔中基座下方的空间的密封性。并且，在基座下降至传输腔的过程中，基座能够下压环形密封结构使之被压缩，从而可以保证环形密封结构不会影响基座的下降运动；在基座上升至反应腔，并解除施加在环形密封结构上的压力时，环形密封结构在自身弹力的作用下伸长，直至与反应腔的底壁相抵，以封闭反应腔的底部开口，此时环形密封结构能够将反应腔与传输腔中位于环形密封结构外侧的外部空间隔离，从而提高了反应腔的密封效果，改善了反应腔的控压效果，进而提高了半导体工艺的工艺效果，同时，还可以使传输腔位于环形密封结构外侧的外部空间中的机械手等装置与反应腔之间为严格的隔离密封关系，从而可以在反应腔中进行半导体工艺的同时，对上述外部空间进行抽真空处理，无需在半导体工艺之间的传片步骤中再次将传输腔抽至本底真空，缩短了传片时间，进而提高了半导体工艺的成膜效率，提高了机台产能。此外，本发明提供的半导体工艺腔室，尤其适用于多反应区腔室，即反应腔有多个，由于各个反应腔之间可以通过环形密封结构进行严格密封，这可以解决现有技术中多反应区腔室中各个反应区之间的气流相互干扰问题，从而可以提高多反应区腔室的成膜质量。

附图说明

附图是用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本发明，但并不构成对本发明的限制。在附图中：

图 1 是一种现有的多反应区腔室设备中单个工艺腔室的结构示意图；

图 2 是图 1 中工艺腔室另一种状态的示意图；

图 3 是图 2 中工艺腔室的局部放大示意图；

图 4 是本发明实施例提供的半导体工艺腔室的结构示意图；

图 5 是本发明实施例提供的半导体工艺腔室的另一结构示意图；

图 6 是图 5 中半导体工艺腔室的局部放大示意图；

图 7 是本发明实施例提供的半导体工艺设备中传输机械手与多个工艺腔室的基座之间的相对位置关系示意图；

图 8 是本发明实施例提供的半导体工艺腔室中密封环与第一弹性密封筒的结构示意图；

图 9 是本发明实施例提供的半导体工艺方法的流程示意图；

图 10 是本发明实施例提供的半导体工艺方法中部分步骤的流程示意图；

图 11 是本发明实施例提供的半导体工艺方法中部分步骤的流程示意图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明，并不用于限制本发明。

如图 1 至图 3 为一种现有的大产能多反应区腔室设备中单个工艺腔室的结构示意图，其中图 1 为基座 4 下降至取放晶圆位置时的状态图，图 2 为基座 4 升高至封闭隔板 7 的开口并使反应区密封（实际未完全密封，参见下文）的反应状态。

如图 1 和图 2 所示，在向基板升降销 9 上加载晶圆 13 后，基座 4 上升，此时基板升降销 9（pin）在重力的作用下仍然停留在原位置（基板升降销 9 与基座 4 中容纳基板升降销 9 的孔之间存在间隙）。直到基板升降销 9 的上端锥面与基座 4 接触，此时基板升降销 9 的锥面已与基座 4 孔上端的锥面接触。基座 4 继续上升，基座 4 的平面 14 与波纹管 8 的下端面接触，压缩波纹

管 8，从而起到密封效果，将上部反应区与下部传输区隔开。

然而实际上，上部反应区与下部传输区之间还能通过基板升降销 9 与孔之间的间隙连通，不仅影响反应区的控压效果，反应区的气体还会流经晶圆 13 下方并流动至基板升降销 9 与孔之间的间隙中，进一步进入到下部传输区，在传输区内反应形成颗粒。在基座 4 下降或传片时，颗粒会落到晶圆 13 上表面造成污染。工艺过程中，工艺气体也会从 25 处缝隙进入到 22 所指的空间，在此形成薄膜和颗粒，在基座 4 下降过程中，这些颗粒也会落在晶圆 13 上表面造成污染。并且，由于基座 4 需要穿过波纹管 8，而波纹管存在波纹宽度，因此波纹管波纹宽度也需要占用一些横向空间，从而增加了腔室的占地面积。

为解决上述技术问题，作为本发明的一个方面，提供一种半导体工艺腔室，如图 4 所示，该半导体工艺腔室包括反应腔 100 和位于反应腔 100 下方的传输腔 200，反应腔 100 通过底部开口与传输腔 200 连通，半导体工艺腔室中设置有基座 300，该基座 300 的底部连接有升降轴 520，以能够通过反应腔 100 的底部开口在反应腔 100 与传输腔 200 之间升降。而且，半导体工艺腔室中还设置有具有弹性的环形密封结构 400，该环形密封结构 400 设置于基座 300 的下方且环绕在基座 300 的升降轴 520 周围，用于将传输腔 200 进行分区隔离，使位于环形密封结构 400 外侧的外部空间及外界环境与环形密封结构内侧的空间隔离，从而保证传输腔 200 中基座下方的空间的密封性。

在基座 300 下降至传输腔 200 的过程中，基座 300 能够下压环形密封结构 400 使之被压缩，从而可以保证环形密封结构不会影响基座的下降运动；在基座 300 上升至反应腔 100，并解除施加在环形密封结构 400 上的压力时，环形密封结构 400 在自身弹力的作用下伸长，直至与反应腔 100 的底壁相抵，以封闭反应腔 100 的底部开口。此时环形密封结构 400 能够将反应腔 100 与传输腔 200 中位于环形密封结构 400 外侧的外部空间隔离，从而提高了反应腔的密封效果，改善了反应腔的控压效果，进而提高了半导体工艺的工艺效

果，同时，还可以使传输腔位于环形密封结构外侧的外部空间中的机械手等装置与反应腔之间为严格的隔离密封关系，从而可以在反应腔100中进行半导体工艺的同时，对上述外部空间进行抽真空处理，无需在半导体工艺之间的传片步骤中再次将传输腔抽至本底真空，缩短了传片时间，进而提高了半导体工艺的成膜效率，提高了机台产能。

此外，本发明提供的半导体工艺腔室，尤其适用于多反应区腔室，即反应腔有多个，由于各个反应腔之间可以通过环形密封结构进行严格密封，这可以解决现有技术中多反应区腔室中各个反应区之间的气流相互干扰问题，从而可以提高多反应区腔室的成膜质量。

上述环形密封结构400的结构可以有多种，例如，环形密封结构400包括密封环410和第一弹性密封筒420。其中，密封环410和第一弹性密封筒420均设置于基座300的下方且套设在基座300的升降轴520上，第一弹性密封筒420的顶端与所述密封环410的底壁密封连接，连接位置例如在密封环410的内周缘处。第一弹性密封筒420的底端与传输腔200的底壁密封连接。升降轴520的底端穿过设置在传输腔200底部的通孔250，延伸至传输腔200的外部；第一弹性密封筒420的底端环绕在通孔250周围，用于密封通孔250。

由于第一弹性密封筒420具有弹性，其在基座300位于传输腔200中时处于被压缩状态，在基座300上升至反应腔100，并解除施加在第一弹性密封筒420上的压力时，第一弹性密封筒420能够通过自身弹力驱动密封环410上升（即，伸长）。在第一弹性密封筒420上升时，密封环410的顶壁能够与反应腔100的底壁相抵，以封闭反应腔100的底部开口。第一弹性密封筒420在其弹力作用下，能够将密封环410压紧在反应腔100的底壁上，从而可以保证密封效果。

作为本发明的一种可选实施方式，第一弹性密封筒420可以为波纹管。

在本发明中，第一弹性密封筒420能够通过弹性驱动密封环410上升，当基座300高度下降时，基座300下压密封环410并使第一弹性密封筒420被压缩，待工艺前晶圆被放置在基座300上后，基座300高度上升并进入反应腔100，第一弹性密封筒420顶起密封环410，使之封闭反应腔100的底部开口。此时，第一弹性密封筒420将传输腔200分隔为密封筒内部空间210和密封筒外部空间220，密封环410与第一弹性密封筒420均不存在气密性缺陷(如，升降销9与基座4中的孔之间的间隙)，因而可以将密封筒内部空间210与密封筒外部空间220及密封筒外部空间220中的机械手等装置隔绝开，进而在反应腔100中通入工艺气体并进行半导体工艺时，反应腔100中的工艺气体不会因反应腔100与密封筒外部空间220之间的气压差而向密封筒外部空间220泄漏，提高了反应腔100的控压效果。

在本发明中，密封环410与第一弹性密封筒420能够将反应腔100和密封筒内部空间210与密封筒外部空间220隔绝，从而提高了反应腔100的密封效果，改善了反应腔100的控压效果，进而提高了半导体工艺的工艺效果。

并且，为保证晶圆表面洁净度，传输腔200每次传片前都需要进行抽真空，而在本发明中，密封筒外部空间220中的机械手等装置与反应腔100之间为严格的隔离密封关系，从而可以在反应腔100中进行半导体工艺的同时，对密封筒外部空间220进行抽真空处理，无需在半导体工艺之间的传片步骤中再次将传输腔200抽至本底真空，缩短了传片时间，进而提高了半导体工艺的成膜效率，提高了机台产能。

此外，本发明提供的半导体工艺腔室结构尤其适用于多反应区腔室(即，同一半导体工艺腔室中存在多个反应腔100，多个反应腔100与下方的同一传输腔200连通)，如图5所示，密封环410与第一弹性密封筒420能够对反应腔100进行严格密封，从而可解决多反应区腔室中各个反应区(反应腔)之间的气流相互干扰问题，提高多反应区腔室的成膜质量。

本发明实施例对该半导体工艺腔室中进行的半导体工艺的反应类型不作具体限定，例如，该半导体工艺腔室可以是 CVD（Chemical Vapor Deposition，化学气相淀积）工艺腔室，或者，也可以是 ALD（Atomic Layer Deposition，原子层沉积）工艺腔室。

作为本发明的一种优选实施方式，如图 4 所示，第一弹性密封筒 420 的外径小于基座 300 的外径，从而不会额外增加腔室尺寸，减小了每一工艺腔室的占地面积，提高了机台空间的利用率。

为提高第一弹性密封筒 420 的两端与密封环 410 及传输腔 200 底壁之间的连接强度以及拆装便捷性，作为本发明的一种优选实施方式，如图 4 所示，第一弹性密封筒 420 的底端具有连接法兰 421，传输腔 200 的底壁上环绕通孔 250 形成有第一环形容纳槽 251，连接法兰 421 设置在该第一环形容纳槽 251 中，且连接法兰 421 与第一环形容纳槽 251 彼此相对的两个表面之间设置有第一密封件 252，用于对二者之间的间隙进行密封，从而实现对通孔 251 的密封，以将传输腔 200 位于环形密封结构 400 外侧的外部空间及外界环境与环形密封结构 400 的内侧空间隔离。

为提高气密性，第一弹性密封筒 420 的底端和顶端均具有上述连接法兰 421，且第一弹性密封筒 420 优选通过焊接方式分别与底端和顶端的连接法兰 421 连接，在本发明实施例中，第一弹性密封筒 420 的底端和顶端分别通过连接法兰 421 与其他部件紧固连接，从而在提高第一弹性密封筒 420 两端连接强度的同时，还提高了对第一弹性密封筒 420 及其内部部件进行维护时的拆装效率。并且，传输腔 200 的底壁上形成有容纳第一弹性密封筒 420 底端连接法兰 421 的第一环形容纳槽 251，提高了第一弹性密封筒 420 水平位置的定位精确性。

本发明实施例对基座 300 上的其他结构不做具体限定，例如，基座 300 上可以包括用于顶起晶圆的支撑柱。具体地，如图 4 所示，基座 300 具有沿

基座 300 的周向间隔分布的多个基座孔（大于等于 3 个），多个基座孔中一一对应地设置有多个支撑柱 310，且在每个基座孔与对应的支撑柱 310 之间形成有限位结构，该限位结构用于在基座 300 上升至支撑柱 310 的顶端不高于基座 300 的承载面的位置时，使支撑柱 310 随基座 300 一同上升；在基座 300 下降的过程中支撑柱 310 在其底端与传输腔 200 的底壁接触后停止下降，以使支撑柱 310 的顶端能够高于基座 300 的承载面；环形密封结构 400 环绕于多个支撑柱 310 的外侧，即，多个支撑柱 310 位于环形密封结构 400 所围空间中。

在本发明实施例中，上述限位结构可以有多种结构，例如，该限位结构为设置在支撑柱 310 顶部的倒锥段（直径由顶部向下逐渐减小），以及设置在基座孔的顶端的与倒锥段配合的倒锥面。当基座 300 处于低位时，支撑柱 310 底端与传输腔 200 的底面相抵触，此时支撑柱 310 上端面高于基座上端面，从而为传输晶圆留足空间。基座 300 上升，支撑柱 310 上端的倒锥段与基座孔的倒锥面接触前，支撑柱 310 受重力作用不上升。当支撑柱 310 上端的倒锥段与基座孔的倒锥面接触后，倒锥面的支撑力抵消支撑柱 310 所受重力，支撑柱 310 随基座 300 上升到工艺位。

为了避免支撑柱 310 与基座孔之间的间隙导致的漏气问题，实现严格意义上的密封，如图 4 所示，第一弹性密封筒 420 环绕于多个支撑柱 310 的外侧，即，第一弹性密封筒 109 的内径大于基座圆周方向上均布的基座孔所在的分度圆。

为提高基座 300 下压密封环 410 时二者之间相对位置的稳定性，作为本发明的一种优选实施方式，如图 8 所示，密封环 410 包括凹盘 411 和凹盘法兰 412，凹盘法兰 412 环绕凹盘 411 设置且与凹盘 411 的外沿固定连接，用于与反应腔 100 的底壁接触，凹盘 411 朝向反应腔 100 的一侧具有容纳凹槽 414，用于在基座 300 下降至反应腔 100 底部时容纳基座 300。密封环 410 的

容纳凹槽414中央形成有密封环410的内孔415。

在本发明实施例中，密封环410的表面上具有与基座300（在水平面上的投影）位置、大小对应的容纳凹槽414，基座300下降时先落入容纳凹槽414中，再下压容纳凹槽414的底面，使密封环410与第一弹性密封筒420均被下压；同理在基座300上升至进入反应腔100前，密封环410均在第一弹性密封筒420的抬升力作用下与基座300接触并将基座300保持在容纳凹槽414中，从而通过容纳凹槽414的侧壁保持密封环410与基座300之间相对位置的稳定性，进而提高了晶圆传输的平稳性。同时还能够保证密封环410上升至与反应腔100底部接触时，密封环410与反应腔100底部开口之间的相对位置，进而保证了密封环410与第一弹性密封筒420对反应腔100的密封效果。

为避免连接法兰421影响基座300顶部功能层上的结构，作为本发明的一种优选实施方式，密封环410上容纳凹槽414的深度小于基座300底部的加热板的厚度。

为进一步保证反应腔100的密封效果，作为本发明的一种优选实施方式，如图4、图5所示，反应腔100的底部（传输腔200的顶壁上）具有环绕反应腔100底部开口的第二环形容纳槽130，第二环形容纳槽130用于容纳凹盘法兰412。凹盘法兰412与第二环形容纳槽130彼此相对的两个表面之间设置有第二密封件131，用于对二者之间的间隙进行密封，从而在密封环410的顶壁能够与反应腔100的底壁相抵时，能够封闭反应腔100的底部开口。

在本发明实施例中，反应腔100的底壁具有上述第二环形容纳槽130，密封环410上升后，凹盘法兰412竖直进入第二环形容纳槽130中，从而通过凹盘法兰412与第二环形容纳槽130之间的配合关系进一步限制了密封环410水平方向上的自由度，使密封环410仅可以沿上下方向相对于反应腔100运动，进一步保证了密封环410与第一弹性密封筒420对反应腔100的密封

效果。

需要说明的是，传输腔200的底面到第二环形容纳槽130的底面之间的距离需小于第一弹性密封筒109的自由长度，即第一弹性密封筒109需一直处于压缩状态，以保证密封效果。

为进一步提高密封环410与第一弹性密封筒420对反应腔100的密封效果，作为本发明的一种优选实施方式，如图4、图6、图8所示，凹盘法兰412的顶面上形成有绕凹盘411周向延伸的凸起结构413，第二环形容纳槽130的底面上形成有（在水平面上的投影）位置、形状对应的凹槽结构，从而延长了凹盘法兰412与第二环形容纳槽130之间缝隙的宽度，进而提高了凹盘法兰412密封反应腔100底部开口的气密性。

本发明实施例对凹盘法兰412与第二环形容纳槽130的外轮廓形状以及凸起结构413的图案形状不作具体限定，例如，凹盘法兰412与第二环形容纳槽130的外轮廓形状以及凸起结构413的图案形状可以为三角形（或近似三角形）、方形（或近似方形）或者边数更多的正多边形（或近似正多边形）等。优选地，凹盘法兰412与第二环形容纳槽130的外轮廓形状以及凸起结构413的图案形状均为圆形，从而可以提高凹盘法兰412与第二环形容纳槽130之间的受力均匀性，并且，凹盘法兰412与第二环形容纳槽130之间无需进行角度对位，简化了设备结构并提高了设备组装效率。

本发明实施例对如何驱动基座300升降不作具体限定，例如，作为本发明的一种可选实施方式，如图4所示，半导体工艺腔室的底部设置有升降驱动组件510，升降驱动组件510通过升降轴520驱动基座300升降。可选地，如图4所示，升降驱动组件510可以包括导轨-滑块装置，导轨竖直延伸并固定在工艺腔室的底部，滑块活动设置在导轨上并与升降轴520的底端固定连接，滑块在导轨上竖直往复运动，以带动升降轴520以及升降轴520顶端连接的基座300升降运动。

为进一步提高反应腔100中半导体工艺的工艺效果并保持基座300下方结构的洁净度，作为本发明的一种优选实施方式，半导体工艺腔室还包括吹扫装置（图未示），如图4所示，吹扫装置用于通过传输腔200底部的通孔250向第一弹性密封筒420中通入吹扫气体a。

在本发明实施例中，吹扫装置能够在半导体工艺中通过传输腔200底部的通孔250向第一弹性密封筒420中通入吹扫气体a，从而可以保证基座300下部空间中气体的压强大于反应区内工艺气体的压强，进而避免工艺气体进入基座300下部空间并形成薄膜及颗粒（第一弹性密封筒420、密封环410与基座300之间的空间无死区，气流由下至上流动畅通），保证了基座300下方结构表面的洁净度。并且，工艺气体不会进入被吹扫气体a填充的基座300下部空间，从而减小了工艺气体所需填充的区域，即，减小了反应区域的容积，提高了同等量工艺气体进入反应区域后工艺气体的浓度，进而提高了半导体工艺的成膜速率。

为进一步提高基座300下部空间的气密性，作为本发明的一种优选实施方式，如图4所示，半导体工艺腔室还包括第二弹性密封筒530，第二弹性密封筒530的顶端与传输腔200底部的通孔250密封连接，第二弹性密封筒530的底端与升降轴520的底端密封连接，吹扫装置与第二弹性密封筒530的底端连接，并通过第二弹性密封筒530向传输腔200底部的通孔250通入吹扫气体a。

作为本发明的一种可选实施方式，如图4、图6所示，反应腔100的外侧设置有排气通路110，反应腔100的侧壁上形成有排气孔，反应腔100通过排气孔与排气通路110连通，且排气孔的高度高于基座300的工艺位置。

在本发明实施例中，反应腔100的外侧设置有排气通路110，排气通路110通过排气孔与反应腔100连通，且通过第一真空口120与外部的真空泵连接，从而由反应腔100中抽出反应废气以及进入反应区域的吹扫气体a（气

体流向如图 4 中箭头方向所示）。

为提高反应腔 100 通过排气孔向排气通路 110 排气的均匀性，进而提高半导体工艺的均匀性，作为本发明的一种优选实施方式，排气通路 110 沿水平方向环绕反应腔 100 设置，反应腔 100 的侧壁上形成有多个排气孔，且多个排气孔周向均匀分布。

作为本发明的一种可选实施方式，如图 4、图 6 所示，传输腔 200 的底壁上还形成有第二真空口 230，传输腔 200 通过第二真空口 230 与外部的真空泵连接，从而可在反应腔 100 中进行半导体工艺时对密封筒外部空间 220 进行抽真空。

作为本发明的一种优选实施方式，如图 5、图 7 所示，该半导体工艺腔室包括多个反应腔 100，各反应腔 100 均通过底部开口与传输腔 200 连通，传输腔 200 中设置有传输机械手 600，用于在不同反应腔 100 对应的基座 300 之间转移晶圆。

在本发明实施例中，每个反应腔 100 均能够由密封环 410 与第一弹性密封筒 420 实现严格密封，从而可解决不同反应腔 100 之间的气流相互干扰问题，提高各反应腔 100 中的成膜质量（经发明人实验验证，传输腔 200 抽真空并检测传输腔 200 中的压强，传输腔 200 中气体压强的压升率值很小（小于 5mtorr/min），即，有效改善了传输腔 200 与反应腔 100 之间密封效果）。

在本发明实施例中，传输机械手 600 能够在不同工艺腔室的基座 300 之间转移晶圆，从而外部机械手可仅从传输腔 200 的传输口 240 向传输腔 200 中的部分基座 300 上放置晶圆或由该部分基座 300 上取走晶圆（进行晶圆取放操作），简化了外部机械手伸入传输腔 200 后选择不同位置的基座 300 的定位及传输动作，提高了晶圆位置的稳定性。

具体地，传输腔 200（多个反应腔 100 共用一个传输腔 200）的底壁上形成有机械手通孔，传输机械手 600 包括驱动组件和上端法兰 62，驱动组件

的输出轴顶端穿过机械手通孔并与上端法兰 62 固定连接。多个反应腔 100 对应的多个基座 300 环绕传输机械手 600 设置，上端法兰 62 上固定设置有传输手指 61（包括第一传输手指 611、第二传输手指 612、第三传输手指 613 和第四传输手指 614），驱动组件用于驱动上端法兰 62 及其上固定的传输手指 61 作升降动作和（绕输出轴轴线的）旋转动作，以使传输手指 61 将部分基座 300 上的晶圆取下，并将该晶圆放置在其他基座 300 上。作为本发明的一种优选实施方式，如图 7 所示，半导体工艺腔室包括四个反应腔 100 对应的四个基座 300（包括第一基座 71、第二基座 72、第三基座 73、第四基座 74）绕传输机械手 600 周向等间隔设置。

作为本发明的一种可选实施方式，外部机械手仅对两个基座 300（如，第一基座 71 和第四基座 74）进行晶圆取放操作，传输机械手 600 向另外两个基座 300（如，第二基座 74 和第三基座 73）上转移晶圆。

为便于本领域技术人员理解，以下提供一种利用本发明实施例提供的半导体工艺腔室进行半导体工艺的具体实施例：

在半导体工艺开始前，四个基座 300 均处于低位。

晶圆 700 由工艺腔室外部经传输口 240 传至第一基座 71 和第二基座 74 上方，并分别下降落到第一基座 71 和第二基座 74 对应的多个支撑柱 310 的上端面。传输机械手 600 的驱动组件驱动上端法兰 62 上升到预定高度并顺时针旋转直到第一手指 611 和第二手指 612 分别旋转到第四基座 74 和第一基座 71 承载的晶圆 700 下方。

传输机械手 600 的驱动组件驱动上端法兰 62 再次上升，使第一手指 611 和第二手指 612 分别将第一基座 71 和第二基座 74 上的晶圆 700 托起。

随后，驱动上端法兰 62 顺时针旋转 180°，使第一手指 611 和第二手指 612 旋转至分别位于第二基座 72 和第三基座 73 上方。驱动上端法兰 62 下降，使第一手指 611 和第二手指 612 分别将晶圆 700 放置于第二基座 72 和第三基

座 73 支撑柱 310 上端面。

传输机械手 600 逆时针旋转一定角度，藏于基座 300 之间的空间处。

再次传送两片晶圆 700 至第一基座 71 和第二基座 74 上方，第一基座 71、第二基座 72、第三基座 73、第四基座 74 在各自的升降驱动组件 510 的驱带动下上升。第一弹性密封筒 109 在自身弹力的作用下伸长使密封环 410 上升，直至密封环 410 的凹盘法兰 412 进入反应腔 100 的第二环形容纳槽 130。

基座 300 进一步上升至工艺位，与密封环 410 脱离，基座 300 继续上升到要求的工艺位。在反应腔 100 中进行半导体工艺时，吹扫组件由传输腔 200 底部的通孔 250 吹入吹扫气体 a，同时传输腔 200 通过第二真空口 230 排气，真空泵通过第一真空口 120 抽取反应区域气体，保证基座 300 下方压强大于基座 300 上方压强，在工艺过程中工艺气体不会进入到传输腔，从而消除颗粒源。

工艺完成后，升降驱动组件 510 驱动基座 300 下降至低位，晶圆 700 由支撑柱 310 顶起，并脱离基座 300 的上表面，为取出晶圆做准备。

先取下第一基座 71 和第四基座 74 上的晶圆 700 并由传输口 240 传出工艺腔室。

然后驱动组件驱动上端法兰 62 顺时针旋转，直至两根手指 61 旋转至位于第二基座 72 和第三基座 73 上方的晶圆 700 下方，驱动组件驱动上端法兰 62 带动两根手指 61 上升并分别托起第二基座 72 和第三基座 73 上方的晶圆 700。然后顺时针旋转 180°，再下降，将两片晶圆 700 分别放置于第一基座 71 和第四基座 74 上，再次取下第一基座 71 和第四基座 74 上的晶圆 700 并由传输口 240 传出工艺腔室。

如上步骤循环进行，从而对晶圆进行分组（在半导体工艺腔室包括四个反应腔 100 的情况下四片晶圆为一组）处理，实现高效生产。

作为本发明的第二个方面，提供一种半导体工艺设备，包括上述的半导

体工艺腔室。通过采用上述的半导体工艺腔室，本实施例提供的半导体工艺设备可以获得上述半导体工艺腔室的各种优势，此处不再赘述。

作为本发明的第三个方面，提供一种半导体工艺方法，该半导体工艺方法应用于本发明实施例提供的半导体工艺腔室，如图9所示，该方法包括：

步骤S1、向位于传输腔200中的基座300上放置工艺前晶圆700；

步骤S2、控制基座300上升至反应腔100，在此过程中，环形密封结构400封闭工艺腔100的底部开口；

步骤S3、进行半导体工艺；

步骤S4、控制基座300下降至传输腔200；

步骤S5、取下基座300上的工艺后晶圆700。

在本发明中，环形密封结构400（例如包括密封环410与第一弹性密封筒420）能够将反应腔100和密封筒内部空间210与密封筒外部空间220隔绝，从而提高了反应腔100的密封效果，改善了反应腔100的控压效果，进而提高了半导体工艺的工艺效果。并且，为保证晶圆700表面洁净度，传输腔200每次传片前都需要进行抽真空，而在本发明中，密封筒外部空间220中的机械手等装置与反应腔100之间为严格的隔离密封关系，从而可以在反应腔100中进行半导体工艺的同时，对密封筒外部空间220进行抽真空处理，无需在半导体工艺之间的传片步骤中再次将传输腔200抽至本底真空，缩短了传片时间，进而提高了半导体工艺的成膜效率，提高了机台产能。此外，本发明提供的半导体工艺腔室结构尤其适用于多反应区腔室（即，同一半导体工艺腔室中存在多个反应腔100，多个反应腔100与下方的同一传输腔200连通），如图5所示，环形密封结构400（例如包括密封环410与第一弹性密封筒420）能够对反应腔100进行严格密封，从而可解决多反应区腔室中各个反应区（反应腔100）之间的气流相互干扰问题，提高多反应区腔室的成膜质量。

为进一步提高反应腔100中半导体工艺的工艺效果并保持基座300下方结构的洁净度，作为本发明的一种优选实施方式，半导体工艺腔室还包括吹扫装置（图未示），如图4所示，吹扫装置用于通过传输腔200底部的通孔250向第一弹性密封筒420中通入吹扫气体a。

步骤S3还包括，在进行半导体工艺时，控制吹扫装置向第一弹性密封筒420中通入吹扫气体a。

在本发明实施例中，吹扫装置能够在半导体工艺中通过传输腔200底部的通孔250向第一弹性密封筒420中通入吹扫气体a，从而可以保证基座300下部空间中气体的压强大于反应区内工艺气体的压强，进而避免工艺气体进入基座300下部空间并形成薄膜及颗粒（第一弹性密封筒420、密封环410与基座300之间的空间无死区，气流由下至上流动畅通），保证了基座300下方结构表面的洁净度。并且，工艺气体不会进入被吹扫气体a填充的基座300下部空间，从而减小了工艺气体所需填充的区域，即，减小了反应区域的容积，提高了同等量工艺气体进入反应区域后工艺气体的浓度，进而提高了半导体工艺的成膜速率。

为简化外部机械手伸入传输腔200后的定位及传输动作，提高晶圆700位置的稳定性，作为本发明的一种优选实施方式，如图5、图7所示，半导体工艺腔室包括多个反应腔100，传输腔200中设置有传输机械手600，用于在不同反应腔100对应的基座300之间转移晶圆700；

如图10所示，向基座300上放置工艺前晶圆700的步骤S1包括：

步骤S11、向部分基座300上放置工艺前晶圆700；

步骤S12、控制传输机械手600将部分基座300上的工艺前晶圆700转移至其他基座300上；

步骤S13、再次向部分基座300上放置工艺前晶圆700。

相应地，如图11所示，取下基座300上的工艺后晶圆700的步骤S5包

括：

步骤 S51、取下部分基座 300 上的工艺后晶圆 700；

步骤 S52、控制传输机械手 600 将其他基座 300 上的工艺后晶圆 700 转移至部分基座 300 上；

步骤 S53、再次取下部分基座 300 上的工艺后晶圆 700。

具体地，传输腔 200 的底壁上形成有机械手通孔，传输机械手 600 包括驱动组件和上端法兰 62，驱动组件的输出轴顶端穿过机械手通孔并与上端法兰 62 固定连接。多个反应腔 100 对应的多个基座 300 环绕传输机械手 600 设置，上端法兰 62 上固定设置有传输手指 6161（包括第一传输手指 611、第二传输手指 612、第三传输手指 613 和第四传输手指 614），驱动组件用于驱动上端法兰 62 及其上固定的传输手指 61 作升降动作和（绕输出轴轴线的）旋转动作，以使传输手指 61 将部分基座 300 上的晶圆 700 取下，并将该晶圆 700 放置在其他基座 300 上。

对应地，控制传输机械手 600 将部分基座 300 上的工艺前晶圆 700 转移至其他基座 300 上的步骤 S12 包括：

步骤 S121、控制驱动组件驱动上端法兰 62 上升或下降，使传输手指 61 的高度上升或下降至工艺前晶圆 700 与基座 300 的承载面之间；

步骤 S122、控制驱动组件驱动上端法兰 62 旋转，使至少部分传输手指 61 旋转至部分基座 300（如，在图 7 所示的半导体工艺腔室包括 4 个反应腔 100 的情况下，部分基座 300 可以是第一基座 71 和第四基座 74）上的工艺前晶圆 700 下方，并控制驱动组件驱动上端法兰 62 升高，使传输手指 61 取下部分基座 300（第一基座 71 和第四基座 74）上的工艺前晶圆 700；

步骤 S123、控制驱动组件驱动上端法兰 62 旋转，使传输手指 61 上承载的工艺前晶圆 700 旋转至位于其他基座 300（第二基座 74 和第三基座 73）上方，并控制驱动组件驱动上端法兰 62 下降，使传输手指 61 将工艺前晶圆 700

放置在其他基座 300 上；

步骤 S124、控制驱动组件驱动上端法兰 62 旋转，使传输手指 61 离开基座 300。

相应地，控制传输机械手 600 将其他基座 300 上的工艺后晶圆 700 转移至部分基座 300 上的步骤 S52 包括：

步骤 S521、控制驱动组件驱动上端法兰 62 上升或下降，使传输手指 61 的高度上升或下降至工艺前晶圆 700 与基座 300 的承载面之间；

步骤 S522、控制驱动组件驱动上端法兰 62 旋转，使至少部分传输手指 61 旋转至其他基座 300（第二基座 74 和第三基座 73）上的工艺前晶圆 700 下方，并控制驱动组件驱动上端法兰 62 升高，使传输手指 61 取下其他基座 300 上的工艺前晶圆 700；

步骤 S523、控制驱动组件驱动上端法兰 62 旋转，使传输手指 61 上承载的工艺前晶圆 700 旋转至位于部分基座 300（第一基座 71 和第四基座 74）上方，并控制驱动组件驱动上端法兰 62 下降，使传输手指 61 将工艺前晶圆 700 放置在部分基座 300 上；

步骤 S524、控制驱动组件驱动上端法兰 62 旋转，使传输手指 61 离开基座 300。

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、一种半导体工艺腔室，包括反应腔和位于所述反应腔下方的传输腔，所述反应腔通过底部开口与所述传输腔连通，所述半导体工艺腔室中设置有基座，所述基座的底部连接有升降轴，以能够通过所述底部开口在所述反应腔与所述传输腔之间升降，其特征在于，所述半导体工艺腔室中还设置有具有弹性的环形密封结构，所述环形密封结构设置于所述基座的下方且环绕在所述基座的升降轴周围，在所述基座下降至所述传输腔的过程中，所述基座能够下压所述环形密封结构使之被压缩；在所述基座上升至所述反应腔，并解除施加在所述环形密封结构上的压力时，所述环形密封结构在自身弹力的作用下伸长，直至与所述反应腔的底壁相抵，以封闭所述底部开口。

2、根据权利要求 1 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述环形密封结构包括密封环和第一弹性密封筒，其中，所述第一弹性密封筒的顶端与所述密封环的底壁密封连接，所述第一弹性密封筒的底端与所述传输腔的底壁密封连接；在所述第一弹性密封筒伸长时，所述密封环的顶壁能够与所述反应腔的底壁相抵，以封闭所述底部开口；

所述升降轴的底端穿过设置在所述传输腔底部的通孔，延伸至所述传输腔的外部；所述第一弹性密封筒的底端环绕在所述通孔周围，用于密封所述通孔。

3、根据权利要求 2 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述第一弹性密封筒为波纹管。

4、根据权利要求 2 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述第一弹性密封筒的底端具有连接法兰，所述传输腔的底壁上环绕所述通孔形成有第一环形容纳槽，所述连接法兰设置在所述第一环形容纳槽中，且所述连接法

兰与所述第一环形容纳槽彼此相对的两个表面之间设置有第一密封件。

5、根据权利要求 2 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述密封环包括凹盘和凹盘法兰，所述凹盘法兰环绕所述凹盘设置且与所述凹盘的外沿固定连接，所述凹盘法兰用于与所述反应腔的底壁接触，所述凹盘朝向所述反应腔的一侧具有容纳凹槽，用于在所述基座下降时容纳所述基座。

6、根据权利要求 5 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述反应腔的底壁具有环绕所述底部开口的第二环形容纳槽，所述第二环形容纳槽用于容纳所述凹盘法兰，且所述凹盘法兰与所述第二环形容纳槽彼此相对的两个表面之间设置有第二密封件。

7、根据权利要求 1 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述基座具有沿所述基座的周向间隔分布的多个基座孔，多个所述基座孔中一一对应地设置有多个支撑柱，且在每个所述基座孔与对应的所述支撑柱之间形成有限位结构，所述限位结构用于在基座上升至所述支撑柱的顶端不高于所述基座的承载面的位置时，使所述支撑柱随所述基座一同上升；

在所述基座下降的过程中，所述支撑柱在其底端与所述传输腔的底壁接触后停止下降，以使所述支撑柱的顶端能够高于所述基座的承载面；

所述环形密封结构环绕于多个所述支撑柱的外侧。

8、根据权利要求 1 至 7 中任意一项所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述反应腔为多个，各所述反应腔均具有所述底部开口，所述基座的数量与所述反应腔的数量相同，且一一对应地设置；所述传输腔中设置有传输机械手，用于在不同所述反应腔对应的所述基座之间转移晶圆。

9、根据权利要求 8 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，多个所述反

应腔环绕所述传输机械手设置；

所述传输机械手包括驱动组件、上端法兰以及固定设置在所述上端法兰上的传输手指，所述驱动组件用于驱动所述上端法兰及其上固定的所述传输手指作升降动作和旋转动作，以使所述传输手指将部分所述基座上的晶圆取下，并将所述晶圆放置在其他所述基座上。

10、根据权利要求 2 所述的半导体工艺腔室，其特征在于，所述半导体工艺腔室还包括吹扫装置，所述吹扫装置用于通过所述传输腔底部的通孔向第一弹性密封筒中通入吹扫气体。

11、一种半导体工艺设备，其特征在于，包括权利要求 1 至 10 中任意一项所述的半导体工艺腔室。

12、一种半导体工艺方法，其特征在于，所述半导体工艺方法应用于权利要求 11 所述的半导体工艺设备，所述方法包括：

向位于所述传输腔中的所述基座上放置工艺前晶圆；

控制所述基座上升至所述反应腔，在此过程中，所述环形密封结构封闭所述底部开口；

进行半导体工艺；

控制所述基座下降至所述传输腔；

取下所述基座上的工艺后晶圆。

13、根据权利要求 12 所述的半导体工艺方法，其特征在于，所述反应腔为多个，各所述反应腔均具有所述底部开口，所述基座的数量与所述反应腔的数量相同，且一一对应地设置；所述传输腔中设置有传输机械手，用于在不同所述反应腔对应的所述基座之间转移晶圆；

所述向所述基座上放置工艺前晶圆，包括：

向部分所述基座上放置工艺前晶圆；

控制所述传输机械手将部分所述基座上的工艺前晶圆转移至其他所述基座上；

再次向部分所述基座上放置工艺前晶圆；

所述取下所述基座上的工艺后晶圆，包括：

取下部分所述基座上的工艺后晶圆；

控制所述传输机械手将其他所述基座上的工艺后晶圆转移至部分所述基座上；

再次取下部分所述基座上的工艺后晶圆。

14、根据权利要求 13 所述的半导体工艺方法，其特征在于，多个所述反应腔环绕所述传输机械手设置；所述传输机械手包括驱动组件、上端法兰以及固定设置在所述上端法兰上的传输手指，所述驱动组件用于驱动所述上端法兰及其上固定的所述传输手指作升降动作和旋转动作，以使所述传输手指将部分所述基座上的晶圆取下，并将所述晶圆放置在其他所述基座上；

所述控制所述传输机械手将部分所述基座上的工艺前晶圆转移至其他基座上，包括：

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰上升或下降，使所述传输手指的高度上升或下降至所述工艺前晶圆与所述基座的承载面之间；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使至少部分所述传输手指旋转至部分所述基座上的工艺前晶圆下方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰升高，使所述传输手指取下部分所述基座上的工艺前晶圆；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指上承载的工艺前晶圆旋转至位于其他所述基座上方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰下降，使所述传输手指将所述工艺前晶圆放置在其他所述基座上；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指离开所述基

座；

所述控制所述传输机械手将其他所述基座上的工艺后晶圆转移至部分所述基座上包括：

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰上升或下降，使所述传输手指的高度上升或下降至所述工艺前晶圆与所述基座的承载面之间；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使至少部分所述传输手指旋转至其他所述基座上的工艺前晶圆下方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰升高，使所述传输手指取下其他所述基座上的工艺前晶圆；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指上承载的工艺前晶圆旋转至位于部分所述基座上方，并控制所述驱动组件驱动所述上端法兰下降，使所述传输手指将所述工艺前晶圆放置在部分所述基座上；

控制所述驱动组件驱动所述上端法兰旋转，使所述传输手指离开所述基座。