

晶圆清洗设备及其晶圆卡盘、晶圆清洗方法

技术领域

本发明涉及半导体工艺设备领域，具体地，涉及一种晶圆清洗设备及其晶圆卡盘、晶圆清洗方法。

背景技术

在半导体工艺领域，晶圆表面的洁净度对产品良率具有至关重要的影响，如何有效地清洗晶圆、提高晶圆表面的洁净度，成为本领域的重要研究课题。

在现有的单片晶圆清洗设备中，通常存在两种升降晶圆的方案。一种是通过顶针（Pin）升降卡盘上承载的晶圆，即，通过顶针穿过卡盘顶起其上承载的晶圆，以便取放晶圆，或使顶针缩回卡盘下方，以将晶圆放下。另一种是采用气浮方式，即，向晶圆背面喷射气体以顶起晶圆。然而，这两种方案均存在难以克服的缺点，难以应对晶圆清洗工艺对晶圆升降方案提出的更高要求。

具体地，在顶针方案中，顶针与晶圆接触时容易造成晶背（即，晶圆背面）污染或刮伤晶背，在某些工艺中，如背面（Backside）清洗设备中，由于晶圆正面朝下，不允许卡盘与晶圆正面的图形部分之间存在物理性接触。而采用气浮方式升降晶圆虽然可以避免与晶圆进行物理接触，但是该方案对气浮气流的稳定性、洁净度要求很高，并且晶圆的顶升高度可能不稳定，还容易因气体洁净度问题在晶圆表面造成颗粒污染。

因此，如何提供一种既能够避免与晶圆图形部分接触，又能够保证晶圆高度的稳定性的晶圆升降定位方案，成为本领域亟待解决的技术问题。

发明内容

本发明旨在提供一种晶圆清洗设备及其晶圆卡盘、晶圆清洗方法，该晶圆卡盘能够在避免与晶圆图形部分接触的同时，提高晶圆工艺位置与晶圆取放位置的准确性。

为实现上述目的，作为本发明的一个方面，提供一种半导体清洗设备中的晶圆卡盘和设置在所述卡盘基体上的喷气组件和多个晶圆升降轴，其中，所述卡盘基体具有用于承载晶圆的承载面，所述喷气组件的出气口位于所述承载面的中央区域，用于向所述承载面与所述晶圆之间喷射气体；

多个所述晶圆升降轴沿所述承载面的周向环绕分布于所述喷气组件的出气口外围，每个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体是可活动的，且每个所述晶圆升降轴设置有斜台，所述斜台具有倾斜延伸面，所述倾斜延伸面用于承载所述晶圆的边缘处，且被设置为在所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体活动时，能够使所述晶圆沿所述倾斜延伸面移动至不同的高度位置。

可选地，所述倾斜延伸面包括第一平面、第二平面和连接在二者之间的过渡曲面，所述第一平面高于所述第二平面，所述第二平面高于所述承载面，所述过渡曲面围绕所述晶圆升降轴的轴线螺旋延伸；

每个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体可围绕自身轴线沿相反的第一方向或第二方向转动，以使所述晶圆能够沿所述过渡曲面滑移至与所述第一平面相接触的第一高度位置，或者与所述第二平面相接触的第二高度位置。

可选地，所述晶圆升降轴的顶端还设置有沿竖直方向延伸的固定柱，所述倾斜延伸面沿所述固定柱的周向环绕延伸，且多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱用于共同将所述晶圆限制在多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱所围成的限位空间内。

可选地，所述固定柱的轴线相对于所述晶圆升降轴的轴线偏心设置，以在每个所述晶圆升降轴沿所述第一方向或所述第二方向转动时，调节所述限

位空间的尺寸；并且，在所述晶圆与所述第一平面或所述第二平面相接触时，多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置。

可选的，所述晶圆卡盘还包括驱动组件，用于驱动多个所述晶圆升降轴同步转动。

可选地，所述晶圆升降轴具有位于所述承载面下方的齿轮段，所述驱动组件包括驱动源和与所述卡盘基体同轴设置的齿轮环，所述齿轮环的侧壁上具有环绕其轴线设置的齿轮结构，且所述齿轮结构与所述齿轮段啮合，所述驱动源用于驱动所述齿轮环环绕其轴线转动，以带动多个所述晶圆升降轴同步转动。

可选地，所述晶圆升降轴包括升降轴本体和齿轮件，所述升降轴本体的顶端设置有所述斜台，所述齿轮件同轴套设在所述升降轴本体上并形成所述齿轮段。

可选地，所述承载面上设置有安装槽，所述安装槽的底面包括第一平坦面和环绕所述第一平坦面的内锥面，所述第一平坦面上形成有与所述卡盘基体同轴的导气孔；

所述喷气组件包括喷盖，所述喷盖设置在所述安装槽中，且所述喷盖的底面包括第二平坦面和环绕所述第二平坦面的外锥面，所述第一平坦面与所述第二平坦面之间形成有第一缝隙，所述外锥面与所述内锥面之间形成有第二缝隙；所述导气孔、所述第一缝隙和所述第二缝隙相连通；

所述喷盖的边缘处形成有多个由所述喷盖的顶面贯穿至所述外锥面的喷射孔，且多个所述喷射孔沿所述喷盖的周向间隔排布，所述喷射孔的进气端与所述第二缝隙连通；所述喷射孔的出气端即为所述喷气组件的出气口。

作为本发明的第二个方面，提供一种晶圆清洗设备，其特征在于，所述晶圆清洗设备包括前面所述的晶圆卡盘。

可选地，所述晶圆清洗设备还包括喷淋组件，所述喷淋组件用于由所述

承载面上方向所述承载面上承载的晶圆喷淋清洗液。

作为本发明的第三个方面，提供一种晶圆清洗方法，其特征在于，所述晶圆清洗方法应用于前面所述的晶圆清洗设备，所述晶圆清洗方法包括：

将待清洗的晶圆传输至所述倾斜延伸面上，且位于进行取放片操作的第一高度位置；

控制多个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体活动，以使所述晶圆自所述第一高度位置沿所述倾斜延伸面滑移下降至进行晶圆清洗工艺的第二高度位置；

控制所述喷气组件喷射气体，并控制所述喷淋组件向所述晶圆喷淋清洗液，以进行晶圆清洗工艺；

控制所述喷气组件停止喷射气体，控制所述喷淋组件停止向所述晶圆喷淋清洗液，并使多个所述晶圆升降轴反向活动，以使所述晶圆自所述第二高度位置沿所述倾斜延伸面滑移上述至所述第一高度位置。

可选地，所述倾斜延伸面包括第一平面、第二平面和连接在二者之间的过渡曲面，所述第一平面高于所述第二平面，所述第二平面高于所述承载面，所述过渡曲面围绕所述晶圆升降轴的轴线螺旋延伸；每个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体可围绕自身轴线沿相反的第一方向或第二方向转动，以使所述晶圆能够沿所述过渡曲面滑移至与所述第一平面相接触的第一高度位置，或者与所述第二平面相接触的第二高度位置；所述晶圆升降轴的顶端还设置有沿竖直方向延伸的固定柱，所述倾斜延伸面沿所述固定柱的周向环绕延伸，且多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱用于共同将所述晶圆限制在多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱所围成的限位空间内；所述固定柱的轴线相对于所述晶圆升降轴的轴线偏心设置，以在每个所述晶圆升降轴沿所述第一方向或所述第二方向转动时，调节所述限位空间的尺寸；并且，在所述晶圆与所述第一平面或所述第二平面相接触时，多个所述晶圆升降轴上的所述

固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置；

在所述晶圆位于所述第一高度位置时，多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置；

在所述晶圆位于所述第二高度位置时，多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置。

在本发明提供的晶圆清洗设备及其晶圆卡盘、晶圆清洗方法中，沿卡盘基体的承载面的周向环绕分布多个晶圆升降轴，且每个晶圆升降轴相对于卡盘基体是可活动，每个晶圆升降轴设置有斜台，该斜台具有倾斜延伸面，用于承载晶圆的边缘处，且被设置为在晶圆升降轴相对于卡盘基体活动时，能够使晶圆沿倾斜延伸面移动至不同的高度位置，从而可以在仅接触晶圆边缘，避免与晶圆的图形部分物理接触的同时，实现对晶圆的高度进行精确、稳定地定位，使晶圆在不同的高度位置之间平滑切换。从而在简化晶圆卡盘的机械结构，消除顶针等结构带来的潜在污染因素的同时，提高了晶圆工艺位置与晶圆取放位置的准确性，进而提高了机械手的晶圆取放片效率以及晶圆清洗效率。

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是本发明实施例提供的晶圆卡盘的结构示意图；

图2A是本发明实施例提供的倾斜延伸面的结构示意图；

图2B是本发明实施例提供的晶圆卡盘的剖视图；

图3是本发明实施例提供的晶圆卡盘中晶圆升降轴向第一方向转动的原理示意图；

图4是本发明实施例提供的晶圆卡盘中晶圆升降轴向第二方向转动的原

理示意图；

图5是晶圆位于本发明实施例中晶圆位于多个晶圆升降轴的第一平面上的示意图；

图6是晶圆位于本发明实施例中晶圆位于多个晶圆升降轴的第一平面上时晶圆与第一平面、第二平面之间的位置关系示意图；

图7是晶圆位于本发明实施例中晶圆位于多个晶圆升降轴的第二平面上的示意图；

图8是晶圆位于本发明实施例中晶圆位于多个晶圆升降轴的第二平面上时晶圆与第一平面、第二平面之间的位置关系示意图；

图9是本发明实施例提供的晶圆清洗设备的结构示意图；

图10是本发明实施例提供的晶圆清洗设备进行晶圆清洗工艺时清洗液与气流的流向示意图。

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。

为解决上述技术问题，作为本发明的一个方面，提供一种半导体清洗设备中的晶圆卡盘，如图1至图4所示，该晶圆卡盘包括卡盘基体1和设置在该卡盘基体1上的喷气组件2和多个晶圆升降轴3，其中，该卡盘基体1的顶部具有用于承载晶圆的承载面11，喷气组件2的出气口2a位于承载面11的中央区域，用于向承载面11与晶圆之间喷射气体；多个晶圆升降轴3沿承载面11的周向环绕分布于喷气组件2的出气口2a外围，每个晶圆升降轴3相对于卡盘基体1是可活动的，且每个晶圆升降轴3设置有斜台31，该斜台31具有倾斜延伸面311，倾斜延伸面311用于承载晶圆的边缘处，且被设置为在晶圆升降轴3相对于卡盘基体1活动时，能够使晶圆沿倾斜延伸面311移动至不同的高度位置。

在多个晶圆升降轴 3 相对于卡盘基体 1 同步活动的过程中,上述倾斜延伸面 311 会与晶圆产生相对移动,由于倾斜延伸面 311 在相对于晶圆移动的路径方向上的不同位置处的高度是不同的,随着晶圆的边缘与倾斜延伸面 311 的接触位置发生变化,晶圆所在的高度位置也随之变化,即实现使晶圆沿倾斜延伸面 311 移动至不同的高度位置。由此,可以在仅接触晶圆边缘,避免与晶圆的图形部分物理接触的同时,实现对晶圆的高度进行精确、稳定地定位,使晶圆在不同的高度位置之间平滑切换。从而在简化晶圆卡盘的机械结构,消除顶针等结构带来的潜在污染因素的同时,提高了晶圆工艺位置与晶圆取放位置的准确性,进而提高了机械手的晶圆取放片效率以及晶圆清洗效率。

上述倾斜延伸面 311 可以有多种形状,例如,如图 2A 所示,倾斜延伸面 311 包括第一平面 311a、第二平面 311c 和连接在二者之间的过渡曲面 311b,第一平面 311a 高于第二平面 311c,第二平面 311c 高于上述承载面 11,过渡曲面 311b 围绕晶圆升降轴 3 的轴线 O 螺旋延伸;每个晶圆升降轴 3 相对于卡盘基体 1 可围绕自身轴线 O 沿相反的第一方向或第二方向转动,以使晶圆能够沿过渡曲面 311b 滑移至与第一平面 311a 相接触的第一高度位置,或者与第二平面 311c 相接触的第二高度位置。可选的,卡盘基体 1 上形成有多个轴孔,多个晶圆升降轴 3 一一对应地穿设于多个轴孔中。

需要说明的是,在本发明中,上述过渡曲面 311b 的高度围绕晶圆升降轴 3 的轴线 O 平滑变化,且过渡曲面 311b 的两端高度分别与第一平面 311a 和第二平面 311c 的高度平齐,从而使第一平面 311a、第二平面 311c 和过渡曲面 311b 构成一连续的延伸面,保证晶圆能够在第一高度位置与第二高度位置之间平滑切换。需要说明的是,为了保证上述倾斜延伸面 311 仅与晶圆边缘接触,上述第一平面 311a、第二平面 311c 和过渡曲面 311b 沿晶圆升降轴 3 的径向越远离轴线 O,高度越低,即,这三个表面在晶圆升降轴 3 的径向

上也是倾斜的，以减小与晶圆的接触面积，实现仅与晶圆边缘接触。当然，本发明并不局限于此，在实际应用中，只要上述倾斜延伸面 311 与晶圆的接触部位为晶圆边缘的无效区域，对晶圆表面图形无影响即可。

具体地，如图 5、图 6 所示，当多个晶圆升降轴 3 的第一平面 311a 转动至能够与晶圆 4 的边缘接触的位置时，晶圆 4 与承载面 11 之间具有足够的间隙，可以方便地通过机械手向多个晶圆升降轴 3 的第一平面 311a 放置晶圆 4，或者通过机械手取走多个晶圆升降轴 3 的第一平面 311a 上放置的晶圆 4；在第一平面 311a 上放置好待清洗的晶圆 4 后，随着多个晶圆升降轴 3 同步转动，晶圆的边缘沿每个晶圆升降轴 3 的过渡曲面 311b 移动，并在转动的过渡曲面 311b 的导向作用下逐渐下移，直至移动至第二平面 311c 上，最终如图 7、图 8 所示，由第二平面 311c 承载的晶圆，其高度相对于由第一平面 311a 承载时的高度降低，以进行晶圆清洗工艺。

需要说明的是，在进行晶圆清洗工艺时，喷气组件 2 向承载面 11 与晶圆 4 之间喷射气体的目的在于避免清洗液溅入承载面 11 与晶圆 4 之间的缝隙中并腐蚀晶圆 4 的背面，其原理如图 10 所示。并且，喷气组件 2 的喷气作用会提高晶圆 4 放置在第二平面 311c 上的稳定性，具体地：

在晶圆清洗工艺中，喷气组件 2 喷射出的气体沿着如图 10 所示箭头方向流动，以在承载面 11 与晶圆 4 之间的缝隙中形成气体保护层，保证清洗过程中，清洗液不会流到晶圆下表面，从而对晶圆下表面形成气体保护。同时，由于晶圆背面的气体流速大，晶圆正面气体流速慢，根据伯努利（Bernoulli）原理，晶圆背面的气体压强小于晶圆正面的气体压强，因而晶圆会被施加一竖直向下的压力作用，配合晶圆的自重一同将晶圆牢牢按压在第二平面 311c 上。

需要说明的是，在实际应用中，上述倾斜延伸面 311 还可以采用其他能够使晶圆沿倾斜延伸面 311 移动至不同的高度位置的任意形状，例如，还可

以为仅与晶圆边缘接触的坡面，该坡面的高度沿指定路径逐渐变化，在这种情况下，多个晶圆升降轴 3 可以沿上述指定路径同步移动，从而使晶圆沿坡面移动至不同的高度位置。上述移动路径可以是弧线路径或者直线路径等等，例如为沿承载面的径向延伸的直线路径，此外，上述坡面可以包括多个高度不同的子坡面和连接在各相邻两个子坡面之间的过渡坡面，多个子坡面和过渡坡面构成一连续的延伸面，其中，多个高度不同的子坡面能够在不同的高度位置处承载晶圆，而过渡坡面能够保证晶圆在两个不同的高度位置之间平滑切换。另外，为了减小倾斜延伸面 311 与晶圆之间的摩擦力，可以对倾斜延伸面 311 进行光滑处理或者另外设置滚动结构，以保证与晶圆能够正常进行相对移动。

为进一步提高晶圆位置的稳定性及精确性，作为本发明的一种优选实施方式，如图 2B、图 3、图 4 所示，晶圆升降轴 3 的顶端还设置有沿竖直方向延伸的固定柱 32，倾斜延伸面 311 沿固定柱 32 的周向环绕延伸，且多个晶圆升降轴 3 上的固定柱 32 用于共同将晶圆限制在多个晶圆升降轴 3 上的固定柱 32 所围成的限位空间内，即，固定柱 32 的轴线相对于过渡曲面 311b 位于晶圆升降轴 3 的轴线 O 的另一侧（即位于第一平面 311a 与第二平面 311c 之间的台阶对应的一侧）。借助上述多个固定柱 32，可以对晶圆起到一定的限位作用，避免晶圆在沿倾斜延伸面 311 移动时产生偏移。

在一些可选的实施例中，固定柱 32 的轴线相对于晶圆升降轴 3 的轴线 O 偏心设置，以在每个晶圆升降轴 3 沿上述第一方向或第二方向转动时，调节上述限位空间的尺寸；并且，在晶圆与第一平面 311a 或第二平面 311c 相接触时，多个晶圆升降轴 3 上的固定柱 32 位于靠近并夹持晶圆侧边的位置，从而可以起到夹紧、松弛晶圆的作用。具体地，多个晶圆升降轴 3 同步转动时，晶圆可以由第一平面 311a 经过渡曲面 311b 下降至第二平面 311c，也可以由第二平面 311c 经过渡曲面 311b 上升至第一平面 311a，不管晶圆是承载在第

一平面 311a 上还是承载在第二平面 311c 上，多个固定柱 32 均可靠近并夹持晶圆。当多个晶圆升降轴 3 均转动至过渡曲面 311b 与晶圆边缘接触的位置，即，过渡曲面 311b 朝向晶圆卡盘的正中央时，多个固定柱 32 所围成的上述限位空间的尺寸最大，此时多个固定柱 32 均不与晶圆的侧边接触。而当多个晶圆升降轴 3 均转动至固定柱 32 相对于晶圆升降轴 3 的轴线完全朝向晶圆卡盘的正中央时，多个固定柱 32 所围成的上述限位空间的尺寸不足以容纳晶圆，即，小于晶圆直径，这样可以在多个固定柱 32 转动至夹紧晶圆侧边的极限位置时，如果晶圆升降轴 3 继续沿相同方向旋转，则多个固定柱 32 在晶圆侧边的阻挡下无法继续转动，从而使晶圆升降轴 3 无法沿相同方向继续转动下去，进而可以限定晶圆升降轴 3 的旋转角度，以将第一平面 311a 或第二平面 311c 保持在与晶圆相接触的位置。

利用上述多个固定柱 32 夹紧晶圆可在两个阶段起到作用，其中一个阶段是在喷气组件 2 开始喷射气体时，此时晶圆由第一平面 311a 承载，通过转动晶圆升降轴 3，直至上述多个固定柱 32 夹紧晶圆的侧边，可以将第一平面 311a 保持在与晶圆相接触的位置，以将晶圆固定在第一平面 311a 对应的第一高度位置，从而可以避免晶圆在喷气组件 2 开始喷射气体时产生的不稳定流场作用下运动，从而提高晶圆位置的稳定性。另一个阶段是在晶圆由第二平面 311c 承载，喷气组件 2 喷射气体产生的（晶圆上下表面之间的）压强差将晶圆按压在多个晶圆升降轴 3 的第二平面 311c 上后，可再转动晶圆升降轴 3，直至上述多个固定柱 32 夹紧晶圆的侧边，可以将第二平面 311c 保持在与晶圆相接触的位置，以将晶圆固定在第二平面 311c 对应的第二高度位置，进一步提高晶圆位置的稳定性。

本发明实施例对晶圆升降轴的转动方向不作具体限定，例如，如图 3 至图 8 所示，作为本发明的一种可选实施方式，晶圆升降轴 3 可通过顺时针（俯视视角）旋转使第二平面 311c、过渡曲面 311b 和第一平面 311a 依次朝向晶

圆,即,使晶圆升高(如图4至图6所示);通过逆时针旋转使第一平面311a、过渡曲面311b和第二平面311c依次朝向晶圆,即,使晶圆降低(如图3、图7、图8所示)。或者,在本发明的其他实施例中(图未示),晶圆升降轴也可以通过顺时针(俯视视角)旋转使第一平面311a、过渡曲面311b和第二平面311c依次朝向晶圆,即,使晶圆降低;通过逆时针旋转使第二平面311c、过渡曲面311b和第一平面311a依次朝向晶圆,即,使晶圆升高。

在一些可选的实施例中,为了实现自动化控制,晶圆卡盘还包括驱动组件,用于驱动多个晶圆升降轴3同步转动。本发明实施例对如何控制多个晶圆升降轴3同步转动不做具体限定,例如,可通过多个电机根据同一控制信号分别驱动多个晶圆升降轴3同步转动,或者,可通过同一皮带与多个晶圆升降轴3摩擦连接,以保证多个晶圆升降轴同步转动。

为简化晶圆卡盘的机械结构,并提高多个晶圆升降轴同步转动的稳定性,作为本发明的一种优选实施方式,如图2B至图4所示,晶圆升降轴3具有位于承载面11下方的齿轮段33,驱动组件包括驱动源51和与卡盘基体1同轴设置的齿轮环52,齿轮环52的侧壁上具有环绕其轴线设置的齿轮结构521,且齿轮结构521与齿轮段33啮合,驱动源51用于驱动齿轮环52环绕其轴线转动,以带动多个晶圆升降轴3同步转动。

在本发明实施例中,驱动组件包括驱动源51和齿轮环52,通过齿轮环52上的齿轮结构(齿形结构)521与晶圆升降轴3的齿轮段33结合传动,从而通过简单的机械结构保证了多个晶圆升降轴3转动的同步性。需要说明的是,在通过齿轮环52驱动多个晶圆升降轴3同步转动的实施例中,多个晶圆升降轴3的旋向需保持一致。

本发明实施例对晶圆升降轴上的齿轮段如何制作不做具体限定,例如,可直接在晶圆升降轴3上车削制作齿形结构,得到该齿轮段33。

为降低更换易磨损结构的维护成本,作为本发明的一种优选实施方式,

晶圆升降轴 3 可由轴体与可拆卸的齿轮结构组装得到，具体地，如图 3、图 4 所示，晶圆升降轴 3 包括升降轴本体 34 和齿轮件，升降轴本体 34 的顶端设置有斜台 31，齿轮件同轴套设在升降轴本体 34 上并形成齿轮段 33。

在本发明实施例中，晶圆升降轴 3 由升降轴本体 34 和套设在升降轴本体 34 上的齿轮件组装形成，从而在齿轮件磨损过度时，可保留升降轴本体 34，仅更换齿轮件，降低了更换零部件的维护成本。为进一步降低维护成本，优选地，齿轮件可以由市面批量采购的标准件。

为便于对齿轮件的竖直位置进行定位，优选地，如图 3、图 4 所示，升降轴本体 34 上形成有定位台阶 341。

本发明实施例对齿轮环上齿轮结构的位置不做具体限定，例如，作为本发明的一种可选实施方式，如图 2B 所示，齿轮结构 521 形成在齿轮环 52 的外侧，即多个晶圆升降轴 3 的齿轮段 33 环绕设置在齿轮环 52 的外侧，并与齿轮环 52 的外齿啮合。或者，在本发明的其他实施例中，齿轮环上的齿形结构可形成在齿轮环的内侧壁上（即形成为内齿轮），齿轮环套设在多个晶圆升降轴的齿轮段的外侧，并通过内齿与多个晶圆升降轴的齿轮段啮合。

本发明实施例对驱动源如何与齿轮环连接不做具体限定，例如，作为本发明的一种可选实施方式，如图 2B 所示，驱动源 51 可以为输出轴与晶圆卡盘同轴的旋转电机，驱动源 51 的输出轴通过连接法兰 53 与齿轮环 52 固定连接。

本发明实施例对如何固定晶圆升降轴的轴线不做具体限定，例如，可选地，如图 2B 所示，晶圆卡盘还包括设置在卡盘基体 1 下方的底座 12，底座 12 与卡盘基体 1 密封连接形成传动腔，齿轮环 52、连接法兰 53 和晶圆升降轴 3 的齿轮段 33 均位于传动腔中，底座 12 的底面上形成有多个安装盲孔，晶圆升降轴 3 的底端设置在底座 12 上对应的安装盲孔中。为降低晶圆升降轴在安装盲孔中转动的摩擦力，优选地，晶圆升降轴 3 的底端通过轴承安装在

安装盲孔中。

本发明实施例对喷气组件的结构不做具体限定，例如，可选地，如图 1、图 2B 所示，承载面 11 上设置有安装槽，该安装槽的底面包括第一平坦面 111 和环绕该第一平坦面 111 的内锥面 111a，第一平坦面 111 上形成有与卡盘基体 1 同轴的导气孔（图未示），喷气组件 2 包括喷盖 21，喷盖 21 设置在安装槽中，且喷盖 21 的底面包括第二平坦面 211 和环绕该第二平坦面 211 的外锥面 211a，第一平坦面 111 与第二平坦面 211 之间形成有第一缝隙，外锥面 211a 与内锥面 111a 之间形成有第二缝隙；上述导气孔、第一缝隙和第二缝隙相连通。

喷盖 21 的边缘处形成有多个由喷盖 21 的顶面贯穿至外锥面 211a 的喷射孔，且多个喷射孔沿喷盖 21 的周向间隔排布，喷射孔的进气端与上述第二缝隙连通；喷射孔的出气端即为上述喷气组件 2 的出气口 2a。在喷射气体时，气体依次通过导气孔、第一缝隙和第二缝隙由多个喷射孔（即，出气口 2a）喷出，并吹向晶圆的背面形成气体保护层。

为提高晶圆背面气流的稳定性，优选地，多个喷射孔的喷射方向与承载面 11 成一定角度（例如，可以在 45° 到 20° 之间），如图 10 所示，气流喷出后，斜向外吹向晶圆的背面，以形成气体保护层。

本发明实施例对喷气组件所喷射的气体成分不做具体限定，例如，作为本发明的一种易于实现的实施方式，该喷气组件用于向晶圆的背面喷射氮气。本发明实施例对喷气组件喷射气体的气体流量及压力不作具体限定，可根据晶圆清洗工艺的需求调节流入该锥形气腔的气体流量及压力，以使晶圆承受的背吸力达到所需大小。

本发明实施例对晶圆升降轴的数量不做具体限定，例如，作为本发明的一种可选实施方式，如图 1、图 2B 所示，晶圆卡盘可以包括 6 个晶圆升降轴 3，6 个晶圆升降轴 3 绕卡盘基体 1 的轴线等间隔分布。

作为本发明的第二个方面，提供一种晶圆清洗设备，该晶圆清洗设备包括本发明实施例提供的晶圆卡盘。

在本发明提供的晶圆清洗设备中，通过采用本发明实施例提供的晶圆卡盘，可以在简化晶圆卡盘的机械结构，消除顶针等结构带来的潜在污染因素的同时，提高了晶圆工艺位置与晶圆取放位置的准确性，进而提高了机械手的晶圆取放片效率以及晶圆清洗效率。

本发明实施例对晶圆清洗设备的其他结构不作具体限定，例如，可选地，如图9所示，该晶圆清洗设备还包括喷淋组件6，喷淋组件6用于由承载面上方向承载面上承载的晶圆喷淋清洗液。

作为本发明的第三个方面，提供一种晶圆清洗方法，该晶圆清洗方法应用于本发明提供的晶圆清洗设备，该晶圆清洗方法包括：

步骤S1、控制多个所述晶圆升降轴相对于卡盘基体活动，以使晶圆自第一高度位置沿所述倾斜延伸面滑移下降至进行晶圆清洗工艺的第二高度位置；

步骤S2、控制多个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体活动，以使所述晶圆自所述第一高度位置沿所述倾斜延伸面滑移下降至进行晶圆清洗工艺的第二高度位置；

步骤S3、控制喷气组件喷射气体，并（控制喷淋组件）向晶圆喷淋清洗液，以进行晶圆清洗工艺；

步骤S4、控制喷气组件停止喷射气体，（控制喷淋组件）停止向晶圆喷淋清洗液，并使多个晶圆升降轴反向活动，以使晶圆自第二高度位置沿倾斜延伸面滑移上述至第一高度位置，以便于传输走清洗后的晶圆。

需要说明的是，步骤S1至步骤S4是对应于单独一片晶圆的清洗工艺循环，在依次清洗多片晶圆的过程中步骤S1至步骤S4循环执行多次。步骤S1中多个晶圆升降轴的第一平面朝向晶圆卡盘的轴线为晶圆升降轴的初始状

态，在本发明的一些实施例中，也可将步骤 S4 中喷气组件停止喷射气体后的动作改为在步骤 S1 中执行。即，步骤 S4 仅包括控制喷气组件停止喷射气体，而步骤 S1 中在接收待清洗的晶圆前，先驱动多个晶圆升降轴旋转至第一平面朝向晶圆卡盘的轴线，使位于第二平面上的晶圆上升并转移至第一平面上，以便于传输走清洗后的晶圆（即，使多个晶圆升降轴恢复至初始状态）。

在本发明提供的晶圆清洗方法中，可以在仅接触晶圆边缘，避免与晶圆的图形部分物理接触的同时，实现对晶圆的高度进行精确、稳定地定位，使晶圆在不同的高度位置之间平滑切换。从而在简化晶圆卡盘的机械结构，消除顶针等结构带来的潜在污染因素的同时，提高了晶圆工艺位置与晶圆取放位置的准确性，进而提高了机械手的晶圆取放片效率以及晶圆清洗效率。

为进一步提高晶圆位置的稳定性及精确性，作为本发明的一种优选实施方式，如图 2B、图 3、图 4 所示，晶圆升降轴的顶端还具有沿竖直方向延伸的固定柱，且固定柱的轴线相对于过渡曲面位于晶圆升降轴轴线的另一侧。在晶圆转移至第一平面或第二平面上后，多个固定柱靠近并夹持晶圆。

在采用图 1 至图 4 所示的晶圆卡盘的基础上，在晶圆位于上述第一高度位置时，多个晶圆升降轴 3 上的固定柱 32 位于靠近并夹持晶圆侧边的位置；在晶圆位于上述第二高度位置时，多个晶圆升降轴 3 上的固定柱 32 位于靠近并夹持晶圆侧边的位置。也就是说，不管晶圆是承载在第一平面 311a 上还是承载在第二平面 311c 上，多个固定柱 32 均可靠近并夹持晶圆。

当多个晶圆升降轴 3 均转动至过渡曲面 311b 与晶圆边缘接触的位置，即，过渡曲面 311b 朝向晶圆卡盘的正中央时，多个固定柱 32 所围成的上述限位空间的尺寸最大，此时多个固定柱 32 均不与晶圆的侧边接触。而当多个晶圆升降轴 3 均转动至固定柱 32 相对于晶圆升降轴 3 的轴线完全朝向晶圆卡盘的正中央时，多个固定柱 32 所围成的上述限位空间的尺寸不足以容纳晶圆，即，小于晶圆直径，这样可以在多个固定柱 32 转动至夹紧晶圆侧边的极

限位置时,如果晶圆升降轴3继续沿相同方向旋转,则多个固定柱32在晶圆侧边的阻挡下无法继续转动,从而使晶圆升降轴3无法沿相同方向继续转动下去,进而可以限定晶圆升降轴3的旋转角度,以将第一平面311a或第二平面311c保持在与晶圆相接触的位置。

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、一种半导体清洗设备中的晶圆卡盘，其特征在于，包括卡盘基体和设置在所述卡盘基体上的喷气组件和多个晶圆升降轴，其中，所述卡盘基体具有用于承载晶圆的承载面，所述喷气组件的出气口位于所述承载面的中央区域，用于向所述承载面与所述晶圆之间喷射气体；

多个所述晶圆升降轴沿所述承载面的周向环绕分布于所述喷气组件的出气口外围，每个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体是可活动的，且每个所述晶圆升降轴设置有斜台，所述斜台具有倾斜延伸面，所述倾斜延伸面用于承载所述晶圆的边缘处，且被设置为在所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体活动时，能够使所述晶圆沿所述倾斜延伸面移动至不同的高度位置。

2、根据权利要求1所述的晶圆卡盘，其特征在于，所述倾斜延伸面包括第一平面、第二平面和连接在二者之间的过渡曲面，所述第一平面高于所述第二平面，所述第二平面高于所述承载面，所述过渡曲面围绕所述晶圆升降轴的轴线螺旋延伸；

每个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体可围绕自身轴线沿相反的第一方向或第二方向转动，以使所述晶圆能够沿所述过渡曲面滑移至与所述第一平面相接触的第一高度位置，或者与所述第二平面相接触的第二高度位置。

3、根据权利要求2所述的晶圆卡盘，其特征在于，所述晶圆升降轴的顶端还设置有沿竖直方向延伸的固定柱，所述倾斜延伸面沿所述固定柱的周向环绕延伸，且多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱用于共同将所述晶圆限制在多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱所围成的限位空间内。

4、根据权利要求3所述的晶圆卡盘，其特征在于，所述固定柱的轴线

相对于所述晶圆升降轴的轴线偏心设置，以在每个所述晶圆升降轴沿所述第一方向或所述第二方向转动时，调节所述限位空间的尺寸；并且，在所述晶圆与所述第一平面或所述第二平面相接触时，多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置。

5

5、根据权利要求2至4中任意一项所述的晶圆卡盘，其特征在于，所述晶圆卡盘还包括驱动组件，用于驱动多个所述晶圆升降轴同步转动。

6、根据权利要求5所述的晶圆卡盘，其特征在于，所述晶圆升降轴具有位于所述承载面下方的齿轮段，所述驱动组件包括驱动源和与所述卡盘基体同轴设置的齿轮环，所述齿轮环的侧壁上具有环绕其轴线设置的齿轮结构，且所述齿轮结构与所述齿轮段啮合，所述驱动源用于驱动所述齿轮环环绕其轴线转动，以带动多个所述晶圆升降轴同步转动。

7、根据权利要求6所述的晶圆卡盘，其特征在于，所述晶圆升降轴包括升降轴本体和齿轮件，所述升降轴本体的顶端设置有所述斜台，所述齿轮件同轴套设在所述升降轴本体上并形成所述齿轮段。

8、根据权利要求1所述的晶圆卡盘，其特征在于，所述承载面上设置有安装槽，所述安装槽的底面包括第一平坦面和环绕所述第一平坦面的内锥面，所述第一平坦面上形成有与所述卡盘基体同轴的导气孔；

所述喷气组件包括喷盖，所述喷盖设置在所述安装槽中，且所述喷盖的底面包括第二平坦面和环绕所述第二平坦面的外锥面，所述第一平坦面与所述第二平坦面之间形成有第一缝隙，所述外锥面与所述内锥面之间形成有第二缝隙；所述导气孔、所述第一缝隙和所述第二缝隙相连通；

所述喷盖的边缘处形成有多个由所述喷盖的顶面贯穿至所述外锥面的喷射孔，且多个所述喷射孔沿所述喷盖的周向间隔排布，所述喷射孔的进气

端与所述第二缝隙连通；所述喷射孔的出气端即为所述喷气组件的出气口。

9、一种晶圆清洗设备，其特征在于，所述晶圆清洗设备包括权利要求1至8中任意一项所述的晶圆卡盘。

5

10、根据权利要求9所述的晶圆清洗设备，其特征在于，所述晶圆清洗设备还包括喷淋组件，所述喷淋组件用于由所述承载面上方向所述承载面上承载的晶圆喷淋清洗液。

10 11、一种晶圆清洗方法，其特征在于，所述晶圆清洗方法应用于权利要求10所述的晶圆清洗设备，其特征在于，所述晶圆清洗方法包括：

将待清洗的晶圆传输至所述倾斜延伸面上，且位于进行取放片操作的第一高度位置；

15 控制多个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体活动，以使所述晶圆自所述第一高度位置沿所述倾斜延伸面滑移下降至进行晶圆清洗工艺的第二高度位置；

控制所述喷气组件喷射气体，并控制所述喷淋组件向所述晶圆喷淋清洗液，以进行晶圆清洗工艺；

20 控制所述喷气组件停止喷射气体，控制所述喷淋组件停止向所述晶圆喷淋清洗液，并使多个所述晶圆升降轴反向活动，以使所述晶圆自所述第二高度位置沿所述倾斜延伸面滑移上述至所述第一高度位置。

12、根据权利要求11所述的晶圆清洗方法，其特征在于，所述倾斜延伸面包括第一平面、第二平面和连接在二者之间的过渡曲面，所述第一平面
25 高于所述第二平面，所述第二平面高于所述承载面，所述过渡曲面围绕所述晶圆升降轴的轴线螺旋延伸；每个所述晶圆升降轴相对于所述卡盘基体可围绕自身轴线沿相反的第一方向或第二方向转动，以使所述晶圆能够沿所述过

- 渡曲面滑移至与所述第一平面相接触的第一高度位置，或者与所述第二平面相接触的第二高度位置；所述晶圆升降轴的顶端还设置有沿竖直方向延伸的固定柱，所述倾斜延伸面沿所述固定柱的周向环绕延伸，且多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱用于共同将所述晶圆限制在多个所述晶圆升降轴上的
- 5 所述固定柱所围成的限位空间内；所述固定柱的轴线相对于所述晶圆升降轴的轴线偏心设置，以在每个所述晶圆升降轴沿所述第一方向或所述第二方向转动时，调节所述限位空间的尺寸；并且，在所述晶圆与所述第一平面或所述第二平面相接触时，多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置；
- 10 在所述晶圆位于所述第一高度位置时，多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置；
- 在所述晶圆位于所述第二高度位置时，多个所述晶圆升降轴上的所述固定柱位于靠近并夹持所述晶圆侧边的位置。