

压力监测装置、半导体清洗设备及其监测方法

技术领域

5 本申请主要涉及半导体领域，尤其涉及一种压力监测装置、半导体清洗设备及其监测方法。

背景技术

10 半导体清洗工艺主要是采用特定的清洗刷子将晶圆上的残余物、微尘、脏污等刷洗干净。在清洗工艺过程中，刷子直接与晶圆接触，刷子对晶圆表面的作用力对清洗效果至关重要。若刷子作用到晶圆上的力太大，则容易将晶圆压碎；力太小，会起不到对晶圆的清洗效果。在目前的半导体清洗设备中，还没有一种有效并准确的解决方案能够监测刷头与晶圆之间的压力。

15 发明内容

 本申请要解决的技术问题是晶圆清洗过程中刷头和晶圆之间的接触压力监测不准确的问题。

 为解决上述技术问题，本申请提供了一种压力监测装置，用于监测被测设备受力元件所承受的压力，包括：安装架、摆动杆和压力传感器，所述安装架
20 用于将所述压力监测装置与被测设备固定连接；所述摆动杆与所述安装架可转动地连接，所述受力元件位于所述摆动杆的第一侧，所述压力传感器位于所述摆动杆的第二侧，所述第一侧与所述第二侧相对设置，当所述摆动杆受力时，所述摆动杆在所述受力元件和所述压力传感器之间摆动；所述摆动杆上设置有第一压力接触部和第二压力接触部，所述第一压力接触部朝向所述第一侧凸出
25 设置，所述第二压力接触部朝向所述第二侧凸出设置并且接触所述压力传感器；其中，当所述受力元件受到压力时，所述压力被传递至所述第一压力接触部并使所述摆动杆摆动，使所述第二压力接触部将所述压力传递至所述压力传感器。

 本申请另一方面还提出一种半导体清洗设备，包括：刷子组件和如上所述的压力监测装置，其中，所述刷子组件包括刷头、刷头连接件和刷体框架，所述

刷头连接件包括活动轴，所述活动轴具有第一端和第二端，所述刷头与所述活动轴的第二端固定连接，所述活动轴与所述刷体框架可活动地连接，以使所述活动轴能够沿第三方向移动，所述第三方向为活动轴的轴线方向；其中，所述压力监测装置设置在所述活动轴的第一端的一侧，所述安装架和所述压力传感器都与所述刷体框架固定连接，所述活动轴的第一端与所述第一压力接触部直接接触或间接接触，所述刷头是所述受力元件，当所述刷头受到压力时，所述活动轴沿所述第三方向移动并将所述压力传递至所述第一压力接触部。

本申请另一方面还提出一种监测方法，应用于如上所述的半导体清洗设备，包括：调整所述第二压力接触部和所述压力传感器接触，使所述压力传感器的测量值为一初始压力值；启动所述半导体清洗设备，获取所述压力传感器的测量值；根据所述测量值监测所述半导体清洗设备的工作状态。

本申请的压力监测装置通过第一压力接触部接受来自受力元件的压力，并将该压力通过第二压力接触部传递至压力传感器，能够对受力元件的压力进行精确的监测。并且，该压力监测装置可以灵活地安装至被测设备上。当应用于半导体清洗设备中时，可以精确监测刷头承受的压力，包括刷头在清洗工艺过程中与晶圆之间的接触压力，可以用于监测半导体清洗设备的多种工作状态。

附图概述

本申请的特征、性能由以下的实施例及其附图进一步描述。

- 图 1 是本申请一实施例的压力监测装置的部分结构立体示意图；
- 图 2 是本申请一实施例的压力监测装置的侧视图；
- 图 3 是图 1 所示实施例的俯视图；
- 图 4 是沿图 3 中 BB 线的剖视图；
- 图 5 是沿图 3 中 CC 线的剖视图；
- 图 6 是本申请一实施例的半导体清洗设备的部分结构立体示意图；
- 图 7 是本申请一实施例的半导体清洗设备的部分结构立体示意图；
- 图 8 是沿图 6 中 AA 线的剖视图；
- 图 9 是本申请一实施例的半导体清洗设备中的缓冲件的结构示意图；
- 图 10 是本申请一实施例的监测方法的示例性流程图；

图 11 是本申请一实施例的监测方法中计算压入量的示意图；

图 12 是本申请一实施例的监测方法中的刷头摆动过程示意图。

本申请的较佳实施方式

5 为了更清楚地说明本申请的实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所
需要使用的附图作简单的介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请
的一些示例或实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动
的前提下，还可以根据这些附图将本申请应用于其他类似情景。除非从语言环
境中显而易见或另做说明，图中相同标号代表相同结构或操作。

10 如本申请所示，除非上下文明确提示例外情形，“一”、“一个”、“一
种”和/或“该”等词并非特指单数，也可包括复数。一般说来，术语“包括”
与“包含”仅提示包括已明确标识的步骤和元素，而这些步骤和元素不构成一
个排它性的罗列，方法或者设备也可能包含其他的步骤或元素。

15 除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、
数字表达式和数值不限制本申请的范围。同时，应当明白，为了便于描述，附
图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。对于相关领
域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，
所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的
所有示例中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，
20 示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。应注意到：相似的标号和字母在
下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后
的附图中不需要对其进行进一步讨论。

25 在本申请的描述中，需要理解的是，方位词如“前、后、上、下、左、右”、
“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是
基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，在未
作相反说明的情况下，这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有
特定的方位或者以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请保护范围
的限制；方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

为了便于描述，在这里可以使用空间相对术语，如“在……之上”、“在……
上方”、“在……上表面”、“上面的”等，用来描述如在图中所示的一个器

件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是，空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如，如果附图中的器件被倒置，则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其他器件或构造之下”。因而，示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位(旋转 90 度或处于其他方位)，并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

此外，需要说明的是，使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件，仅仅是为了便于对相应零部件进行区别，如没有另行声明，上述词语并没有特殊含义，因此不能理解为对本申请保护范围的限制。此外，尽管本申请中所使用的术语是从公知公用的术语中选择的，但是本申请说明书中所提及的一些术语可能是申请人按他或她的判断来选择的，其详细含义在本文的描述的相关部分中说明。此外，要求不仅仅通过所使用的实际术语，而是还要通过每个术语所蕴含的意义来理解本申请。

本申请中使用了流程图用来说明根据本申请的实施例的系统所执行的操作。应当理解的是，前面或下面操作不一定按照顺序来精确地执行。相反，可以按照倒序或同时处理各种步骤。同时，或将其他操作添加到这些过程中，或从这些过程移除某一步或数步操作。

本申请的压力监测装置可以用于监测被测设备受力元件所承受的压力，该压力监测装置可被安装在任意被测设备上，能够直接或间接地获得从受力元件传递而来的压力。优选地，该压力监测装置被安装在本申请的半导体清洗设备上，用于监测半导体清洗设备中的刷头在空转、摆动以及清洗晶圆时所受到的压力值，监测结果准确，有利于根据监测结果监控被测设备，并进一步调整刷头和工艺过程。

图 1 是本申请一实施例的压力监测装置的部分结构立体示意图。图 2 是本申请一实施例的压力监测装置的侧视图。图 3 是图 1 所示实施例的俯视图。图 4 是沿图 3 中 BB 线的剖视图，图 5 是沿图 3 中 CC 线的剖视图。

结合图 1~图 5，该实施例的压力监测装置 100 包括安装架 110、摆动杆 130 和压力传感器 140。其中，安装架 110 用于将压力监测装置 100 与被测设备(图

未示)固定连接。摆动杆 130 与安装架 110 可转动地连接。受力元件(图未示)位于摆动杆 130 的第一侧 131, 压力传感器 140 位于摆动杆 130 的第二侧 132, 第一侧 131 与第二侧 132 相对设置, 当摆动杆 130 受力时, 摆动杆 130 在受力元件和压力传感器 140 之间摆动。

5 在图 1~图 5 所示的实施例中, 压力监测装置 100 在实际使用中按照图示的方向设置, 其中, 第一侧 131 为摆动杆 130 朝下的一侧, 第二侧 132 为摆动杆 130 朝上的一侧。在其他的实施例中, 压力监测装置 100 的实际应用位置根据被测设备而定, 可以是任意方向、任意位置, 不限定第一侧 131 和第二侧 132 的朝向。

10 如图 1, 安装架 110 是具有一凹字形的框架结构, 以便于可以通过该框架结构固定安装在被测设备上。如图 1 所示, 该实施例中还包括转动轴 120, 转动轴 120 与安装架 110 通过轴承可转动地连接, 转动轴 120 为圆柱形, 摆动杆 130 固定设置在转动轴 120 上, 当摆动杆 130 受力时, 可带动转动轴 120 相对于安装架 110 转动。在另一些实施例中, 转动轴 120 可以固定设置在安装架 110 15 的两个侧壁之间。摆动杆 130 具有一用于与转动轴 120 转动连接的连接块 133, 该连接块 133 具有通孔, 以使连接块 133 套设在转动轴 120 上。连接块 133 可以绕转动轴 120 转动。摆动杆 130 还包括与连接块 133 连接或一体成型的杆本体 300。第一压力接触部 210 和第二压力接触部 220 都设置在杆本体 300 上。具体地, 杆本体 300 为平板状, 具有一定的厚度。如图 1 所示, 在该实施例中, 20 杆本体 300 具有沿第一方向 D1 延伸的第一支杆 310 和沿第二方向 D2 延伸的第二支杆 320, 第一压力接触部 210 设置在第一支杆 310 上, 第二压力接触部 220 设置在第二支杆 320 上。第一方向 D1 垂直于第二方向 D2。参考图 3, 若以连接块 133 与转动轴 120 的连接部作为支点的话, 第一压力接触部 210 到支点的力臂为第一距离 L1, 第二压力接触部 220 到支点的力臂为第二距离 L2, 25 第一距离 L1 小于第二距离 L2。相应地, 当摆动杆 130 绕转动轴 120 转动时, 根据力矩平衡, 第一压力接触部 210 所受压力 F1 应大于第二压力接触部 220 传递给压力传感器 140 的压力 F2。优选地, 第一距离 L1 等于第二距离 L2, $F1=F2$, 压力传感器 140 所测量的压力 F2 即为 F1。

在其他的实施例中, 不限制第一方向 D1 和第二方向 D2、第一距离 L1 和

第二距离 $L2$ 的具体关系。安装架 110 及摆动杆 130 的形状、大小、位置关系可根据安装空间的形状、大小而适应性设置。

如图 2 所示，第一压力接触部 210 朝向第一侧 131 凸出设置，第二压力接触部 220 朝向第二侧 132 凸出设置。在图 2 中，第二压力接触部 220 和压力传感器 140 之间具有一定的空隙，表示二者之间的距离是可调整的。压力传感器 140 自身可以固定设置在被测设备上，例如通过其顶部 141 与被测设备的某处固定连接。在实际使用时，第二压力接触部 220 的凸出部分与压力传感器 140 直接接触，从而使压力传感器 140 能够感测第二压力接触部 220 的凸出部分所承受的压力。

在实际使用时，第一压力接触部 210 的凸出部分与受力元件直接或间接接触，当受力元件受到压力时，该压力被传递至第一压力接触部 210 并使摆动杆 130 朝向压力传感器 140 摆动，带动第二压力接触部 220 发生移动，使第二压力接触部 220 将压力传递至压力传感器 140，从而可以通过压力传感器 140 监测受力元件所受到的力。

参考图 4，在该实施例中，摆动杆 130 上设置有第一凹槽 410，第一压力接触部 210 包括第一接触球 211，第一接触球 211 设置在第一凹槽 410 中并部分凸出于第一凹槽 410。如图 4 所示，第一凹槽 410 的口径与第一接触球 211 的球径相当或略大，应使第一接触球 211 在其内部能够自由转动，同时，第一凹槽 410 的开口较小，并小于第一接触球 211 的球径，使第一接触球 211 不会从第一凹槽 410 中漏出。在一些实施例中，第一凹槽 410 是开设在摆动杆 130 上的沉孔，并非贯穿摆动杆 130，因此第一接触球 211 被限制在第一凹槽 410 中。在图 4 所示实施例中，第一凹槽 410 是贯穿摆动杆 130 的通孔，则在其底部还设置有第一挡板 420，用于限定第一接触球 211 在第一凹槽 410 中的位置。第一凹槽 410 和第一挡板 420 一起将第一接触球 211 限制在一定的空间中，在该空间中，第一接触球 211 能自由地围绕其中心转动，并且不会发生平动。结合图 1 所示，在第一挡板 420 对应于第一接触球 211 的部位设置有第一开口 421，该第一开口 421 的孔径小于第一接触球 211 的球径，使得第一接触球 211 能自由转动的同时，被限制在第一凹槽 410 的内部空间中。在一些实施例中，第一开口 421 的孔径从上至下逐渐缩小，如图 1 所示。

参考图 5，在该实施例中，摆动杆 130 上设置有第二凹槽 510，第二压力接触部 220 包括第二接触球 221，第二接触球 221 设置在第二凹槽 510 中并部分凸出于第二凹槽 510。如图 5，该第二凹槽 510 由贯穿摆动杆 130 的通孔和第二挡板 520 构成，第二凹槽 510 的开口小于第二接触球 221 的球径，用于限制第二接触球 221 在第二凹槽 510 中处于一定的空间中，在该空间中，第二接触球 221 能自由地围绕其中心转动，并且不会发生平动。在其他实施例中，第二凹槽 510 可以是直接开设在摆动杆 130 上的沉孔，则无需再额外设置第二挡板 520。

与第一挡板 420 类似地，在一些实施例中，在第二挡板 520 对应于第二接触球 221 的部位也设置有第二开口，该第二开口的孔径小于第二接触球 221 的球径，使得第二接触球 221 能自由转动的同时，被限制在第二凹槽 510 的内部空间中。在一些实施例中，第二开口的孔径从下至上逐渐缩小。

在一些实施例中，第一接触球 211 和第二接触球 221 都可以是金属球，例如钢珠。本申请对第一接触球 211 和第二接触球 221 的大小、数量都不做限制。例如，第一压力接触部 210 可包括多个第一接触球 211，每个第一接触球 211 对应于一个第一凹槽 410，多个第一凹槽 410 在第一支杆 310 上的位置相近设置。再例如，摆动杆 130 可包括多个平行设置的第一支杆，每个第一支杆上设置一组第一凹槽和第一接触球，或者每个第一支杆上都设置第一凹槽，其中一个第一凹槽中设置第一接触球，可根据实际空间位置和被测设备的结构来决定第一接触球的安装位置。同理，第二压力接触部 220 可包括多个第二接触球 221，每个第二接触球 221 对应于一个第二凹槽 510，多个第二凹槽 510 在第二支杆 320 上的位置相近设置，或者仅在其中一个第二凹槽中设置第二接触球。在实际应用中，压力监测装置 100 中仅设置一个第一接触球 211 和一个第二接触球 221。

通过设置能够自由转动的第一接触球 211 和第二接触球 221，利用其球体的球面特性，与受力元件或压力传感器 140 点接触，并能够接受与第一接触球 211 直接或间接连接的受力元件所承受的各方向的力，并将各个方向的力以竖直方向传至压力传感器 140 的压力感受面，从而得到精确的压力测量值。同时，由于被测设备与受力元件之间存在连接关系，被测设备在运行过程中由于摆动、

振动等所产生的作用力对受力元件产生影响，并可以通过受力元件传递至第一接触球 211。

参考图 4，在一些实施例中，第一凹槽 410 的底部设置有缓冲垫 430，位于第一接触球 211 和第一挡板 420 之间。相似而图未示地，在一些实施例中，
5 第二凹槽 510 的底部也设置有缓冲垫。

缓冲垫的材料应具有缓冲所受应力的作用，例如可以是柔性、弹性材料，例如塑料、橡胶、毡垫等，用于增加受力的稳定性，同时不影响第一接触球 211 和第二接触球 221 的自由转动，并且能够在一定程度上消除被测设备在运行过程中产生的高频振动，去除高频噪声，减少设备震动对压力测量的影响。

10 为了达到与缓冲垫相似的缓冲作用，可以采用以下具体实施例：在第一接触球 211 的表面和/或第二接触球 221 的表面设置由缓冲材料形成的缓冲层，该缓冲层可以包裹球体的整个表面，也可以仅位于球体表面的某个区域；采用缓冲材料来制作第一接触球 211 和/或第二接触球 221；受力元件与第一接触球 211 接触的第一接触部分，该第一接触部分包括缓冲材料；压力传感器 140 包
15 括与第二接触球 221 接触的第二接触部分，该第二接触部分包括缓冲材料。

图 6 是本申请一实施例的半导体清洗设备的部分结构立体示意图。图 7 是本申请一实施例的半导体清洗设备的部分结构立体示意图，与图 6 相比省略了一些部件。图 8 是沿图 6 中 AA 线的剖视图。结合图 6~图 8 所示，该实施例的半导体清洗设备 600 包括刷子组件 610 和前文所述的压力监测装置 100。其中，刷子组件 610 包括刷头 6110、刷头连接件 6120 和刷体框架 6130，如图 8，刷头连接件 6120 包括活动轴 6121，活动轴 6121 具有第一端 6121a 和第二端 6121b，刷头 6110 与活动轴 6121 的第二端 6121b 固定连接，活动轴 6121 与刷体框架 6130 可活动地连接，以使活动轴 6121 能够沿第三方向 D3 移动，第三方向 D3 为活动轴 6121 的轴线方向；压力监测装置 100 设置在活动轴 6121 的第一端 6121a 的
20 一侧，安装架 110 和压力传感器 140 都与刷体框架 6130 固定连接，活动轴 6121 的第一端 6121a 与第一压力接触部 210 直接接触或间接接触，刷头 6110 是受力元件，当刷头 6110 受到压力时，活动轴 6121 沿第三方向 D3 移动并将压力传递至第一压力接触部 210。
25

具体地，在一些实施例中，刷子组件 610 还包括第一驱动组件 6140 和固

定框架 6150，第一驱动组件 6140 固定在固定框架 6150 上，用于驱动刷体框架 6130 沿第三方向 D3 在基准位置和处理位置之间移动。关于基准位置和处理位置将在后文说明。结合图 6~图 8，固定框架 6150 包括第一固定板 6151 和第二固定板 6152，第一驱动组件 6140 固定在第一固定板 6151 的下方。如图 8 所示，第一驱动组件 6140 包括导轨 6141 和伸缩件 6142，导轨 6141 沿第三方向 D3 延伸设置，伸缩件 6142 可具体为气缸。刷体框架 6130 包括上端板 6131、竖板 6132 和下端板 6133，该三个板以 Z 字形依次连接，其中竖板 6132 具有连接至导轨 6141 的凸出部 6132a，该凸出部 6132a 可沿导轨 6141 滑动。伸缩件 6142 的下端与下端板 6133 固定连接，当伸缩件 6142 被驱动向下伸长时向下推动下端板 6133，从而带动整个刷体框架 6130 向下移动，当伸缩件 6142 被驱动向上缩回时带动下端板 6133 向上，从而带动整个刷体框架 6130 向上移动。

更进一步地，刷子组件 610 还包括第二驱动组件 6160，第二驱动组件 6160 设置在刷体框架 6130 上，用于驱动活动轴 6121 旋转，以带动刷头 6110 转动。在一些实施例中，第二驱动组件 6160 包括电机 6161、主动轮 6162、从动轮 6163 和传动带 6164，电机 6161 旋转时，驱动主动轮 6162 旋转，从而进一步通过传动带 6164 使从动轮 6163 发生旋转。如图 8，从动轮 6163 设置在活动轴 6121 的外周，通过花键套 6165 与活动轴 6121 连接，可以带动活动轴 6121 旋转，从而带动刷头 6110 旋转。在图 8 中，电机 6161 承载在下端板 6133 上方，主动轮 6162 设置在下端板 6133 的下方，电机 6161 和主动轮 6162 之间的连接轴承可贯穿下端板 6133。刷体框架 6130 还包括第一侧板 6134，花键套 6165 通过轴承可转动地安装在刷体框架 6130 的第一侧板 6134 上，从而使从动轮 6163 通过花键套 6165 安装在刷体框架 6130 上。根据这样的设置，当第一驱动组件 6140 驱动刷体框架 6130 沿第三方向 D3 移动时，第二驱动组件 6160 也同时被移动，使得无论刷头 6110 在第三方向 D3 上的位置如何，其都能由第二驱动组件 6160 驱动旋转。

在图 6~图 8 所示实施例中，在执行清洗工艺时，晶圆位于刷头 6110 的下方。在另一些实施例中，晶圆可以位于刷头 6110 的上方，该半导体清洗设备可以在图 6 所示的实施例基础上上下颠倒。本说明书以图 6 所示实施例为例进行说明，不用于限制半导体清洗设备的设置方向。

结合图 6~图 8，压力监测装置 100 设置在活动轴 6121 的第一端 6121a 的一

侧，也就是位于活动轴 6121 的上方。压力监测装置 100 中的安装架 110 和压力传感器 140 都与上端板 6131 固定连接，活动轴 6121 的第一端 6121a 与第一压力接触部 210 直接接触或间接接触，刷头 6110 是受力元件，当刷头 6110 受到压力时，活动轴 6121 向上移动并将压力传递至第一压力接触部 210，从而进一步地传递至第二压力接触部 220，被压力传感器 140 感测。

参考图 7，在一些实施例中，刷头连接件 6120 还包括第一活动板 6122，第一活动板 6122 设置在活动轴 6121 的第一端 6121a 并直接接触第一压力接触部 210，活动轴 6121 的第一端 6121a 通过第一活动板 6122 与第一压力接触部 210 间接接触。

参考图 8，在一些实施例中，刷子组件 610 还包括弹性连接件 6170，刷头连接件 6120 还包括第二活动板 6123，第二活动板 6123 设置在活动轴 6121 的第二端 6121b，弹性连接件 6170 连接在刷体框架 6130 和第二活动板 6123 之间，以使活动轴 6121 与刷体框架 6130 可活动地连接。具体地，弹性连接件 6170 可实施为弹簧，并且包括至少 2 跟弹簧，如图 8 所示。更进一步地，如图 6 和图 8，刷体框架 6130 的第一侧板 6134 和上端板 6131 上具有适于安装弹性连接件 6170 的配件 6135，例如是挂钩。相应地，如图 7 和图 8，第二活动板 6123 上也可设置适于安装弹性连接件 6170 的配件 6125。如图 6 和图 7，刷头连接件 6120 还包括第二侧板 6124，连接在第一活动板 6122 和第二活动板 6123 之间，用以限制第一活动板 6122 和第二活动板 6123 转动。根据这样的设置，当刷头 6110 受到向上的压力时，弹性连接件 6170 受压回弹，与此同时，第一活动板 6122、第二活动板 6123 和活动轴 6121 作为一个整体向上移动，将该压力传递给第一压力接触部 210。

如前文所述，根据本申请的压力监测装置 100 的特点，在采用本申请的半导体清洗设备 600 执行清洗工艺过程中，可以采用本申请的压力监测装置 100 来精确监测刷头 6110 所受到的压力。需说明，半导体清洗设备 600 还可以包括其他的固定结构、常规结构等，不以图 6 所示为限。

结合图 6 和图 8 所示，该实施例的半导体清洗设备 600 还包括缓冲件 630，安装在固定框架 6150 上，具体地，如图 6 所示，缓冲件 630 的下端固定设置在固定框架 6150 中的第二固定板 6152 上，当刷体框架 6130 沿导轨 6141 向下移动

至某一位置时，缓冲件 630 的上端与下端板 6133 接触，缓冲件 630 用于减缓刷体框架 6130 向下移动的速度。该某一位置具体地由工艺需求来设置，以确保晶圆和刷头 6110 之间具有一定的安全距离，当刷头 6110 和晶圆之间的距离到达该安全距离时，应降低下降速度、精确测量压力以避免发生碎片，本申请不做具体限制。在一些实施例中，某一位置对应于刷头 6110 向下伸出并未到达处理位置时的刷体框架 6130 的位置。

本申请对缓冲件 630 的具体结构不做限制，其可以是具有缓冲功能的任意结构。

图 9 是本申请一实施例的半导体清洗设备中的缓冲件的结构示意图。参考图 9 所示，该实施例的缓冲件 630 包括缓冲支架 910、缓冲销 920 和弹性件 930，缓冲支架 910 的一端安装在固定框架 6150 中的第二固定板 6152 上，缓冲支架 910 具有中空结构，弹性件 930 设置在中空结构中，缓冲销 920 具有相互连接的销杆 921 和销头 922，销杆 921 部分设置在中空结构中，销头 922 位于缓冲支架 910 的另一端，用于在刷体框架 6130 移动时与刷体框架 6130 接触。具体地，弹性件 930 可以是弹簧。在弹性件 930 的底部还可以设置一弹簧盖 931，将弹簧盖 931 设置在缓冲支架 910 的底部，用来封堵缓冲支架 910 的下端开口，卡紧弹性件 930。销头 922 的大小应适当，以具有一定的面积和厚度与刷体框架 6130 中的下端板 6133 相接触来承受向下的压力。

进一步地，该第二固定板 6152 上配置有螺纹安装孔 940，该螺纹安装孔 940 具有一定的高度，缓冲支架 910 插入该螺纹安装孔 940，并通过锁紧螺母 941 来限制缓冲支架 910 进入螺纹安装孔 940 的高度，从而限制缓冲件 630 的整体高度。

在应用中，第一驱动组件 6140 驱动刷头 6110 升降时会引起刷头 6110 所受压力的波动，通过设置缓冲件 630 可以改善这一问题，并能使刷头 6110 和晶圆之间的接触力更稳定，避免晶圆损失。

参考图 8，在一些实施例中，刷子组件 610 还包括限位件 640，可以安装在固定框架 6150 上，例如安装在第一固定板 6151 下方的导轨 6141 的背面。刷体框架 6130 向下移动时，限位件 640 可与上端板 6131 接触以阻止刷体框架 6130 继续向下移动。限位件 640 通过限制刷体框架 6130 位置而限制刷头 6110 的伸出位置。例如，该位置可以是刷头 6110 向下伸出的极限位置。

本申请的半导体清洗设备 600 中设置了压力监测装置 100, 可以精确监测刷头 6110 所承受的压力, 以用于对半导体清洗设备 600 的监测和控制。

应用本申请前文所述的半导体清洗设备 600, 本申请还提出一种监测方法, 如图 10 所示, 该监测方法包括以下步骤:

- 5 步骤 S10: 调整第二压力接触部 220 和压力传感器 140 接触, 使压力传感器 140 的测量值为一初始压力值。该初始压力值为非零值, 并且不小于一设定值, 这样可以使第二接触球与压力传感器 140 的接触点稳定, 避免异常跳动影响压力监测的准确性。若该初始压力值小于设定值, 则需更换弹性连接件 6170。在步骤 S10, 可以通过选择合适型号的弹性连接件 6170, 克服刷子组件 610 自
10 重带来的形变量, 改变第二接触球和压力传感器 140 之间的压紧程度。

步骤 S20: 启动半导体清洗设备 600, 获取压力传感器 140 的测量值。

步骤 S30: 根据测量值监测半导体清洗设备 600 的工作状态。

- 根据本申请的监测方法可以监测半导体清洗设备 600 的多种工作状态, 由于压力传感器 140 能够精确测量刷头 6110 在任意工作状态下所承受的压力, 从
15 而可以对半导体清洗设备 600 的工作状态进行有效的监测。

- 在一些实施例中, 所监测的工作状态是刷头的压入量。参考图 11, 假设刷头 6110 位于基准位置 P1 时, 刷头 6110 与晶圆 W 之间具有第一距离 H1, 在执行清洗工艺时, 刷头 6110 位于处理位置 P2, 基准位置 P1 和处理位置 P2 之间具有第二距离 H2, 压入量=H2-H1。可以理解, 压入量不同, 刷头 6110 和晶圆 W 之间的压
20 力也不同。为监测压入量, 该监测方法中的步骤 S20 具体包括以下步骤:

步骤 S2010: 在清洗工艺过程中获取压力传感器 140 的测量值, 记为工艺值。

- 参考图 8, 晶圆清洗设备 600 还可以包括摆动机构 650, 用于摆动刷子组件 610。在清洗工艺过程中, 刷子组件 610 被沿着一定的路径摆动, 同时刷头 6110 被第二驱动组件 6160 驱动而旋转, 并且被第一驱动组件 6140 驱动而处于处理位置,
25 刷头 6110 接触晶圆表面。

步骤 S2011: 将多次测量获得的多个工艺值的均值作为监测压力。

在测试阶段, 可以通过循环执行步骤 S2010, 获得多个工艺值的均值。

步骤 S2012: 获取不同压入量和监测压力之间的关系。

可以通过测试获得多个压入量下的监测压力, 从而建立压入量和监测压力之

间的关系，例如可以获得一关系曲线，或关系列表。在一些实施例中，可以采用线性拟合的方式获得二者之间的函数关系：

$$y=k*x+b \tag{1}$$

其中，y 表示监测压力，x 表示压入量，k，b 是线性拟合系数，k 表示压力变化率，b 为一常量。在其他的实施例中，还可采用二次函数、非线性函数等获得拟合后的函数关系。

步骤 S2013：在清洗工艺过程中，获得当前监测压力，根据步骤 S2012 所获得的关系获得当前监测压力对应的当前压入量。

根据步骤 S2010~步骤 S2013 可以实时获得清洗工艺过程中刷头 6110 的当前压入量。

在另一些实施例中，为监测压入量，该监测方法中的步骤 S20 包括：

步骤 S2020：获取刷头 6110 空转时压力传感器 140 的测量值，记为启动值。此时刷头 6110 不接触晶圆，并且不摆动。

步骤 S2021：在清洗工艺过程中，获取压力传感器 140 的测量值，记为工艺值；

步骤 S2022：将工艺值的均值与启动值的差值作为监测压力。当图 3 中的 L1=L2 时，工艺值均值和启动值的差值能直接表征刷头 6110 所承受的压力。

步骤 S2023：获取不同压入量和监测压力之间的关系；

步骤 S2024：在清洗工艺过程中，获得当前监测压力，根据该关系获得当前监测压力对应的当前压入量。

其中，步骤 S2021、步骤 S2023、步骤 S2024 分别与步骤 S2010、步骤 S2012、步骤 S2013 相同，不再展开。

在一些实施例中，可以获取晶圆清洗工艺所需的目标压入量，根据上述关系（1）计算目标监测压力，调整刷头 6110 的伸出长度，以使当前监测压力等于目标监测压力，形成具有反馈机制的闭环控制。

在一些实施例中，半导体清洗设备 600 的工作状态包括刷头 6110 和晶圆 W 之间的相对水平度。为监测该相对水平度，步骤 S20 包括：获取刷头 6110 位于晶圆 W 上不同位置时的多个测量值，根据该多个测量值之间的差值可以判断刷头 6110 和晶圆 W 之间的相对水平度是否正常。具体地，可预设一正常范围，若该差

值在该正常范围内，表示相对水平度是可接受的，则无需进行干预；若该差值在该正常范围外，表示相对水平度不可接受，则需调整刷头 6110 或晶圆 W 的位置，并通过进一步的测量值来判断调整后的相对水平度。更进一步地，可以根据某一位置的测量值的大小来确定调整刷头 6110 或晶圆 W 的方式。例如，刷头 6110 位于晶圆 W 上的位置 A 时对应的压力比较大，表示刷头 6110 和晶圆 W 之间的距离近，刷头位于晶圆 W 上的位置 B 时对应的压力比较小，表示刷头 6110 和晶圆 W 之间的距离远，则当判断相对水平度不可接受时，调整刷头 6110 或晶圆 W 的水平位置，例如倾斜晶圆 W，使晶圆 W 的位置 A 处远离刷头，或是晶圆 W 的位置 B 处靠近刷头 6110。

- 10 需说明，监测相对水平度时，刷头 6110 被分别设置在晶圆 W 上的多个不同位置，刷头 6110 被控制伸出而与晶圆 W 接触，刷头 6110 可以旋转或不旋转。

- 15 在一些实施例中，半导体清洗设备 600 的工作状态包括刷子组件的结构是否异常。如图 6~图 8 所示，刷子组件 610 的结构是不对称的，在结构正常时，其处于一平衡状态，但是若结构出现异常，会产生不平衡，从而影响设备性能。为此，步骤 S20 包括：获得刷头 6110 空转一段时间内压力传感器 140 的测量值，记为动态启动值，根据该动态启动值的波动范围判断刷子组件 610 的结构是否异常。此时刷头 6110 并未接触晶圆，并且没有摆动。可预设一正常范围，若动态启动值的波动范围在正常范围内，表示刷子组件 610 的结构正常；否则，表示刷子组件 610 的结构异常。

- 20 在一些实施例中，半导体清洗设备 600 的工作状态包括刷子组件 610 的摆动是否异常。参考图 12，在执行工艺时，晶圆 W 的位置通常是固定的，可以由图 8 所示的摆动机构 650 控制刷子组件 610 在位置 P3 和位置 P4 之间摆动，晶圆 W 位于摆动路线上。为检测摆动是否异常，可控制刷头 6110 不旋转，并且刷头不接触晶圆 W，控制刷头 6110 在位置 P3 和位置 P4 之间摆动并获取该段时间内的测量值，预设一正常范围，若测量值的波动范围在正常范围内，表示刷子组件 610 的摆动正常；否则，表示刷子组件 610 的摆动异常。

需说明，在监测刷头 6110 的压入量的实施例中，在清洗工艺过程中，当刷头 6110 从位置 P3 摆动至与晶圆 W 接触时，以及刷头 6110 离开晶圆 W 被摆动至位置 P4 的过程中，压力测量值的波动较大，该两段测量值不参与对工作状态的判断，

而只选取刷头 6110 完全与晶圆 W 接触时的测量值作为工艺值。

上文已对基本概念做了描述，显然，对于本领域技术人员来说，上述申请披露仅仅作为示例，而并不构成对本申请的限定。虽然此处并没有明确说明，本领域技术人员可能会对本申请进行各种修改、改进和修正。该类修改、改进
5 和修正在本申请中被建议，所以该类修改、改进、修正仍属于本申请示范实施
例的精神和范围。

同时，本申请使用了特定词语来描述本申请的实施例。如“一个实施例”、“
“一实施例”、和/或“一些实施例”意指与本申请至少一个实施例相关的某一
特征、结构或特点。因此，应强调并注意的是，本说明书中在不同位置两次或
10 多次提及的“一实施例”或“一个实施例”或“一替代性实施例”并不一定是
指同一实施例。此外，本申请的一个或多个实施例中的某些特征、结构或特点
可以进行适当的组合。

同理，应当注意的是，为了简化本申请披露的表述，从而帮助对一个或多个
发明实施例的理解，前文对本申请实施例的描述中，有时会将多种特征归并
15 至一个实施例、附图或对其的描述中。但是，这种披露方法并不意味着本申请
对象所需要的特征比权利要求中提及的特征多。实际上，实施例的特征要少于
上述披露的单个实施例的全部特征。

一些实施例中使用了描述成分、属性数量的数字，应当理解的是，此类用
于实施例描述的数字，在一些示例中使用了修饰词“大约”、“近似”或“大体
20 上”来修饰。除非另外说明，“大约”、“近似”或“大体上”表明所述数字
允许有 $\pm 20\%$ 的变化。相应地，在一些实施例中，本申请中使用的数值参数均为
近似值，该近似值根据个别实施例所需特点可以发生改变。在一些实施例中，
数值参数应考虑规定的有效数位并采用一般位数保留的方法。尽管本申请一些
实施例中用于确认其范围广度的数值域和参数为近似值，在具体实施例中，此
25 类数值的设定在可行范围内尽可能精确。

权 利 要 求 书

1. 一种压力监测装置，用于监测被测设备受力元件所承受的压力，其特征在于，包括：安装架、摆动杆和压力传感器，
- 所述安装架用于将所述压力监测装置与被测设备固定连接；
- 5 所述摆动杆与所述安装架可转动地连接，所述受力元件位于所述摆动杆的第一侧，所述压力传感器位于所述摆动杆的第二侧，所述第一侧与所述第二侧相对设置，当所述摆动杆受力时，所述摆动杆在所述受力元件和所述压力传感器之间摆动；
- 所述摆动杆上设置有第一压力接触部和第二压力接触部，所述第一压力接
- 10 触部朝向所述第一侧凸出设置，所述第二压力接触部朝向所述第二侧凸出设置并且接触所述压力传感器；
- 其中，当所述受力元件受到压力时，所述压力被传递至所述第一压力接触部并使所述摆动杆摆动，使所述第二压力接触部将所述压力传递至所述压力传感器。
- 15 2. 如权利要求 1 所述的压力监测装置，其特征在于，所述摆动杆包括第一凹槽，所述第一压力接触部包括第一接触球，所述第一接触球设置在所述第一凹槽中并部分凸出于所述第一凹槽，所述第一接触球在所述第一凹槽中能自由转动。
3. 如权利要求 2 所述的压力监测装置，其特征在于，所述摆动杆包括
- 20 第二凹槽，所述第二压力接触部包括第二接触球，所述第二接触球设置在所述第二凹槽中并部分凸出于所述第二凹槽，所述第二接触球在所述第二凹槽中能自由转动。
4. 如权利要求 3 所述的压力监测装置，其特征在于，在所述第一凹槽的底部和/或所述第二凹槽的底部设置有缓冲垫。
- 25 5. 如权利要求 3 所述的压力监测装置，其特征在于，在所述第一接触球的表面和/或所述第二接触球的表面设置有缓冲层，所述缓冲层包括缓冲材料。
6. 如权利要求 3 所述的压力监测装置，其特征在于，所述第一接触球和/或所述第二接触球是金属球。
7. 如权利要求 3 所述的压力监测装置，其特征在于，所述第一接触球

和/或所述第二接触球包括缓冲材料。

8. 如权利要求 3 所述的压力监测装置，其特征在于，所述受力元件包括与所述第一接触球接触的第一接触部分，所述第一接触部分包括缓冲材料。

9. 如权利要求 3 所述的压力监测装置，其特征在于，所述压力传感器
5 包括与所述第二接触球接触的第二接触部分，所述第二接触部分包括缓冲材料。

10. 一种半导体清洗设备，其特征在于，包括：刷子组件和如权利要求 1-9 任一项所述的压力监测装置，其中，

所述刷子组件包括刷头、刷头连接件和刷体框架，所述刷头连接件包括活动轴，所述活动轴具有第一端和第二端，所述刷头与所述活动轴的第二端固定
10 连接，所述活动轴与所述刷体框架可活动地连接，以使所述活动轴能够沿第三方向移动，所述第三方向为活动轴的轴线方向；

其中，所述压力监测装置设置在所述活动轴的第一端的一侧，所述安装架和所述压力传感器都与所述刷体框架固定连接，所述活动轴的第一端与所述第一压力接触部直接接触或间接接触，所述刷头是所述受力元件，当所述刷头受到
15 压力时，所述活动轴沿所述第三方向移动并将所述压力传递至所述第一压力接触部。

11. 如权利要求 10 所述的半导体清洗设备，其特征在于，所述刷头连接件还包括第一活动板，所述第一活动板设置在所述活动轴的第一端并直接接触所述第一压力接触部，所述活动轴的第一端通过所述第一活动板与所述第一压力接触部间接接触。
20

12. 如权利要求 11 所述的半导体清洗设备，其特征在于，所述刷子组件还包括弹性连接件，所述刷头连接件还包括第二活动板，所述第二活动板设置在所述活动轴的第二端，所述弹性连接件连接在所述刷体框架和所述第二活动板之间，以使所述活动轴与所述刷体框架可活动地连接。

25 13. 如权利要求 10 所述的半导体清洗设备，其特征在于，所述刷子组件还包括第一驱动组件和固定框架，所述第一驱动组件固定在所述固定框架上，用于驱动所述刷体框架沿所述第三方向在基准位置和处理位置之间移动。

14. 如权利要求 13 所述的半导体清洗设备，其特征在于，所述刷子组件还包括第二驱动组件，所述第二驱动组件设置在所述刷体框架上，用于驱动

所述活动轴旋转。

15. 如权利要求 13 所述的半导体清洗设备,其特征在于,还包括缓冲件,安装在所述固定框架上,用于减缓所述刷体框架移动的速度。

16. 如权利要求 15 所述的半导体清洗设备,其特征在于,所述缓冲件包括缓冲支架、缓冲销和弹性件,所述缓冲支架的一端安装在所述固定框架上,所述缓冲支架具有中空结构,所述弹性件设置在所述中空结构中,所述缓冲销具有相互连接的销杆和销头,所述销杆部分设置在所述中空结构中,所述销头位于所述缓冲支架的另一端,用于在所述刷体框架移动时与所述刷体框架接触。

17. 一种监测方法,应用于如权利要求 10-16 任一项所述的半导体清洗设备,其特征在于,包括:

调整所述第二压力接触部和所述压力传感器接触,使所述压力传感器的测量值为一初始压力值;

启动所述半导体清洗设备,获取所述压力传感器的测量值;

根据所述测量值监测所述半导体清洗设备的工作状态。

18. 如权利要求 17 所述的监测方法,其特征在于,所述工作状态包括所述刷头的压入量,其中,所述刷头在不清洗晶圆时处于缩回的基准位置,此时所述刷头与晶圆之间具有第一距离,所述刷头在清洗晶圆时处于伸出的处理位置,所述伸出位置和所述基准位置之间具有第二距离,所述压入量是所述第二距离减去所述第一距离,所述监测方法中启动所述半导体清洗设备,获取所述压力传感器的测量值的步骤包括:

在清洗工艺过程中,获取所述压力传感器的测量值,记为工艺值;

将多次测量获得的多个工艺值的均值作为监测压力;

获取不同压入量和所述监测压力之间的关系;

在清洗工艺过程中,获得当前监测压力,根据所述关系获得所述当前监测压力对应的当前压入量。

19. 如权利要求 17 所述的监测方法,其特征在于,所述工作状态包括所述刷头的压入量,其中,所述刷头在不清洗晶圆时处于缩回的基准位置,此时所述刷头与晶圆之间具有第一距离,所述刷头在清洗晶圆时处于伸出的处理位置,所述伸出位置和所述基准位置之间具有第二距离,所述压入量是所述第二距离减去所述

第一距离，所述监测方法中启动所述半导体清洗设备，获取所述压力传感器的测量值的步骤还包括：

获取刷头空转时所述压力传感器的测量值，记为启动值；

在清洗工艺过程中，获取所述压力传感器的测量值，记为工艺值；

5 将所述工艺值的均值与所述启动值的差值作为所述监测压力；

获取不同压入量和所述监测压力之间的关系；

在清洗工艺过程中，获得当前监测压力，根据所述关系获得所述当前监测压力对应的当前压入量。

20. 如权利要求 18 或 19 所述的监测方法，其特征在于，还包括：

10 获取晶圆清洗工艺所需的目标压入量，根据所述关系计算目标监测压力；

调整所述刷头的伸出长度，以使所述当前监测压力等于所述目标监测压力。

21. 如权利要求 17 所述的监测方法，其特征在于，所述工作状态包括所述刷头和晶圆之间的相对水平度，所述监测方法中启动所述半导体清洗设备，获取所述压力传感器的测量值的步骤包括：

15 获取刷头位于晶圆上不同位置时的多个测量值，根据所述多个测量值之间的差值判断所述刷头和晶圆之间的相对水平度。

22. 如权利要求 17 所述的监测方法，其特征在于，所述工作状态包括所述刷子组件的结构是否异常，所述监测方法中启动所述半导体清洗设备，获取所述压力传感器的测量值的步骤包括：

20 获取刷头空转一段时间内所述压力传感器的测量值，记为动态启动值，根据所述动态启动值的波动范围判断所述刷子组件的结构是否异常。

23. 如权利要求 17 所述的监测方法，其特征在于，所述工作状态包括所述刷子组件的摆动是否异常，所述监测方法中启动所述半导体清洗设备，获取所述压力传感器的测量值的步骤包括：

25 在刷头不旋转时，摆动所述刷头，并获得摆动过程中的测量值，根据所述测量值的波动范围判断所述刷子组件的摆动是否异常。