

测试装置、半导体清洗设备的测试方法

技术领域

本公开涉及半导体技术领域，尤其涉及一种测试装置、半导体清洗设备的测试方法。

背景技术

在半导体晶圆（wafer）的制造工艺中，清洗工艺必不可少。清洗工艺采用的清洗设备包括湿法刻蚀设备，其中，用于去除氮化硅和氮氧化硅膜层的热磷酸清洗设备相对复杂且难于控制。热磷酸清洗设备采用热磷酸刻蚀液，在热磷酸刻蚀工艺中，若热磷酸刻蚀液发生沸腾，会引起晶圆晃动，从而与升降机（lifter）产生磕碰，容易导致晶圆划伤或破碎。因此，需要热磷酸刻蚀液保持不沸腾的状态。而热磷酸刻蚀液的沸点与磷酸的浓度相关，为了避免发生沸腾现象，磷酸的浓度需要满足相应要求。同时为了提高刻蚀效果，磷酸的体积分数需要保持在一定范围内。在刻蚀工艺过程中，随着温度的上升，磷酸中所含的水分会不断挥发，从而改变磷酸的体积分数，影响刻蚀速率，因此需要间断的向磷酸液补水来平衡挥发和反应消耗掉的水。

目前，采用人眼观察的方式，确认补水后晶圆是否跳动，从而确定补水量是否满足要求。但是，由于个人感官的差异，微小的跳动很难识别出来；另外，在工艺条件下，操作人员需要穿着特殊且厚重的防护服和防护眼镜，而热磷酸挥发的蒸汽对视线有很大的阻碍，从而妨碍操作人员对于晶圆跳动的观察。因此，采用人眼观察的方式检测晶圆跳动的准确率不高，从而影响对于补水量的控制，一方面容易导致晶圆出现划伤和破损现象，另一方面影响刻蚀效果。

发明内容

本公开实施例提供一种测试装置、半导体清洗设备的测试方法，可以基于测试装置检测晶圆跳动，避免采用人眼观察的方式，能够提高检测晶圆跳动的准确率，从而防止晶圆出现划伤和破损现象，同时提高刻蚀效果。

为达到上述目的，本公开的实施例采用如下技术方案：

一方面，本公开实施例提供了一种测试装置，应用于半导体清洗设备，所述半导体清洗设备包括工艺槽，所述工艺槽内用于设置待清洗晶圆；所述测试装置包括：测试平衡机构、弹性组件和测试组件，所述弹性组件的两端分别连接所述测试平衡机构和所述测试组件；所述测试平衡机构、所述弹性组件、所述测试组件用于与所述待清洗晶圆形成杠杆系统；

所述测试平衡机构的一端与所述弹性组件连接，另一端用于在所述工艺槽内承托所述待清洗晶圆；

所述测试平衡机构用于：在所述待清洗晶圆发生跳动的情况下，基于杠杆原理，改变所述弹性组件的形变量；

所述测试组件用于测试所述弹性组件的形变量。

在一些实施例中，所述测试平衡机构包括：可旋转组件和测试平衡组件；

所述测试平衡组件包括第一部和第二部；所述第一部的一端与所述第二部固定连接，所述第一部的另一端设置在所述工艺槽内、且用于承托所述待清洗晶圆；所述第二部中未与所述第一部连接的一端与所述弹性组件连接；

所述可旋转组件连接在所述第一部和所述第二部的连接位置，所述可旋转组件与所述连接位置的接触点为固定点；

所述第一部用于在所述待清洗晶圆发生跳动的情况下，绕所述固定点旋转；

所述可旋转组件用于在所述第一部的带动下，绕所述可旋转组件的轴心做旋转运动；

所述第二部用于在所述第一部和所述可旋转组件的带动下,绕所述固定点旋转,以改变所述弹性组件的形变量。

在一些实施例中,所述第一部包括依次连接的动力杆、连接杆和承托件;所述承托件包括底座和设置在所述底座上的支撑部,所述底座与所述连接杆连接,所述支撑部用于承托所述待清洗晶圆;其中,所述动力杆和所述连接杆之间形成有第一夹角,所述连接杆和所述底座之间形成有第二夹角;

所述第二部包括阻力杆;所述阻力杆的一端与所述动力杆连接、另一端与所述弹性组件连接。

在一些实施例中,所述动力杆和所述阻力杆一体成型。

在一些实施例中,所述第一夹角和/或所述第二夹角为 90 度。

在一些实施例中,所述测试装置还包括:支撑部和固定板;

所述支撑部固定在所述固定板上、且所述支撑部包括相对设置的支撑面和固定面,所述固定面与所述固定板相接触,所述支撑面用于支撑所述测试平衡机构。

在一些实施例中,所述弹性组件包括弹簧,所述测试组件包括测力传感器。

在一些实施例中,所述测试组件还包括滑槽,所述测力传感器在安装位置确定前,可沿所述滑槽移动;在所述安装位置确定后,与所述滑槽固定;所述安装位置为当所述测试平衡机构能够在所述工艺槽内承托所述待清洗晶圆,且所述杠杆系统保持平衡状态的情况下,所述测力传感器所在的位置。

另一方面,本公开实施例提供了一种半导体清洗设备的测试方法,所述半导体清洗设备包括升降装置和工艺槽;

所述半导体清洗设备的测试方法包括:

通过所述升降装置承载待清洗晶圆,并带动所述待清洗晶圆移至所述工艺槽内;

调整上述测试装置的测试组件的位置,使得所述测试装置的测试平衡机构替代所述升降装置承托所述待清洗晶圆;

对所述工艺槽内的化学液进行多组浓度配比测试,每组浓度配比测试包括至少一次化学液浓度配比测试;

根据所述多组浓度配比测试的记录结果,选择满足补水后所述待清洗晶圆未跳动、以及满足补水后所述工艺槽内的化学液的浓度在理想浓度范围内的补水量,其中,所述记录结果包括各次补水量、补水后所述待清洗晶圆的跳动情况以及补水后所述工艺槽内的化学液的浓度值;

其中,所述化学液浓度配比测试包括:

在满足补水条件的情况下,向所述工艺槽进行补水;

根据本次补水后所述测试装置的测试组件的测试值,判断所述待清洗晶圆是否发生跳动;

根据判断结果,确定本次补水后的测试步骤,所述本次补水后的测试步骤包括结束本次测试的步骤、执行下一次所述化学液浓度配比测试的步骤和更换所述工艺槽内的化学液、执行下组浓度配比测试的步骤三者中的任一步骤;

记录本次补水量、本次补水后所述待清洗晶圆的跳动情况以及本次补水后所述工艺槽内的化学液的浓度值。

在一些实施例中,所述在满足补水条件的情况下,向所述工艺槽进行补水,包括:

若所述工艺槽内化学液的理想浓度,与所述工艺槽内化学液的实际浓度的差值,在预设浓度差值的范围内,向所述工艺槽进行补水。

在一些实施例中,所述根据本次补水后所述测试装置的测试组件的测试值,判断所述待清洗晶圆是否发生跳动,包括:

确定本次补水后测试装置的测试组件的测试值的变化量百分比A1的绝

对值和预设百分比 A2 的差值, 其中, $A1 = [(A - A0) / A0] \times 100\%$, A 为本次补水后所述测试装置的测试组件的测试值, A0 为本次补水前所述测试装置的测试组件的测试值;

若差值大于或者等于零, 则所述待清洗晶圆发生跳动; 若差值小于零, 则所述待清洗晶圆未发生跳动。

在一些实施例中, 所述根据判断结果, 确定本次补水后的测试步骤, 包括:

若本次补水后所述待清洗晶圆未发生跳动, 且已补水次数未达到预设补水次数, 则在预设时间段之后, 进行下一次所述化学液浓度配比测试;

或者, 若本次补水后所述待清洗晶圆未发生跳动, 且已补水次数达到预设补水次数, 则结束本次测试;

或者, 若本次补水后所述待清洗晶圆发生跳动, 则更换所述工艺槽内的化学液, 进行下组浓度配比测试; 其中, 本次化学液浓度配比测试为当前组第 i 次化学液浓度配比测试, 所述当前组第 i 次化学液浓度配比测试的补水量大于下一组第 i 次化学液浓度配比测试的补水量, i 为正整数、且 $1 \leq i <$ 预设补水次数。

本公开实施例提供了一种测试装置、半导体清洗系统及其测试方法, 该测试装置中, 通过测试平衡机构、弹性组件和测试组件相互配合, 将待清洗晶圆的跳动转换为可测量的弹性组件的形变变化, 从而通过测试组件的测试数据的变化情况, 即可判断待清洗晶圆是否发生跳动; 从而避免采用人眼观察的方式, 进而避免出现人身安全问题, 降低危险系数; 另外, 该测试装置不受工艺环境中蒸汽的影响, 能够大幅提高检测晶圆跳动的准确率和效率, 从而防止晶圆出现划伤和破损现象, 降低晶圆的破片率, 同时提高刻蚀效果。

上述说明仅是本公开技术方案的概述, 为了能够更清楚了解本公开的技术手段, 而可依照说明书的内容予以实施, 并且为了让本公开的上述和其它

目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本公开的具体实施方式。

附图说明

下面结合附图对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本公开实施例提供一种测试装置的结构示意图；

图 2 为本公开实施例提供一种测试平衡机构的结构示意图；

图 3 为图 1 中区域 E 的放大示意图；

图 4 为图 1 的力矩原理示意图；

图 5 为本公开实施例提供一种待清洗晶圆发生跳片的结构示意图；

图 6 为本公开实施例提供一种半导体清洗设备的测试方法的流程图。

具体实施方式

为了使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开具体实施例及相应的附图对本公开技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

在本公开的实施例中，采用“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分，仅为了清楚描述本公开实施例的技术方案，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。

在本公开的实施例中，“多层”的含义是两层或两层以上，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。在本公开的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“正面”、“背面”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本公开和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本公开的限制。

目前热磷酸清洗设备采用热磷酸刻蚀液，其通过浓磷酸和去离子水（DIW）配合而成；刻蚀液的沸点随磷酸浓度增加而升高，水与磷酸形成共沸物，随着水不断蒸发，水含量减少，磷酸浓度增加，导致沸点随着水含量减少而升高。由于沸腾会引起晶圆晃动，从而与升降机（lifter）产生磕碰，容易导致晶圆划伤或破碎。因此，在热磷酸刻蚀工艺中化学液需要保持不沸腾的状态。

稳定的刻蚀速率对氮化硅晶圆的制造工艺非常重要，而影响刻蚀速率的关键因素有水含量（或磷酸体积分数）、反应温度和晶圆表面磷酸置换的速度。目前的清洗设备已能够得到稳定的流量和温度，因此体积分数的调节和控制变得非常重要。为了提高设备的可用时间，减少换酸的时间，一般采用预热方法，即在换酸前就先把磷酸加热到一定的温度（例如：100℃），然后再补进反应槽中。随着反应槽内磷酸温度的升高，磷酸中所含的水分会不断挥发，磷酸的体积分数也会随之升高。磷酸的体积分数会影响刻蚀速率，从而影响刻蚀效果；因此，磷酸的体积分数需要保持在一定范围内。在换酸过程中，先让磷酸中的水自然挥发，使其浓度达到要求。然后，再间断的向磷酸液补水来平衡挥发和反应消耗掉的水，使磷酸维持恒定的体积分数值，从而很好的控制刻蚀率。但是，由于设备配置不同，机械结构也会有一定的不同，整机的气流场也会变化，造成磷酸中液体挥发量不好把控，补水量难以控制。

目前,采用人眼观察的方式确定补水量是否满足要求;该方式检测晶圆跳动的准确率不高,影响刻蚀效果,且危险系数大。

基于上述,本公开实施例提供了一种测试装置,应用于半导体清洗设备,半导体清洗设备包括工艺槽 4,工艺槽 4 内设置待清洗晶圆 6;参考图 1 所示,测试装置包括:测试平衡机构 1、弹性组件 2 和测试组件 3,弹性组件 2 的两端分别与测试平衡机构 1 和测试组件 3 固定;测试平衡机构 1、弹性组件 2、测试组件 3 和待清洗晶圆 6 组成一个杠杆系统。

测试平衡机构 1 的一端与弹性组件 2 连接,另一端用于在工艺槽 4 内承托待清洗晶圆 6;测试平衡机构 1 用于:在待清洗晶圆 6 发生跳动的情况下,基于杠杆原理,改变弹性组件 2 的形变量;测试组件 3 用于测试弹性组件 2 的形变量。

上述测试平衡机构 1、弹性组件 2、测试组件 3 和待清洗晶圆 6 组成一个杠杆系统,在向工艺槽 4 补水前,测试平衡机构 1 一端设置有弹性组件 2 和测试组件 3,另一端设置有待清洗晶圆 6,处于力矩稳定状态。在向工艺槽 4 补水后,如果补水量不合适,导致出现沸腾情况;那么,待清洗晶圆 6 会发生跳动,改变对于测试平衡机构 1 的作用力;基于杠杆原理,进而引起弹性组件 2 的形变量的改变,最终反馈到测试组件 3 上;因此,可以通过测试组件 3 的测试数据的变化情况,判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动,从而确定补水量是否满足要求,以保证在补水后,工艺槽 4 内化学液的浓度在理想浓度范围内、且不产生沸腾。

需要说明的是,待清洗晶圆 6 在化学液沸腾的情况下产生跳动的现象,又称跳片,即化学液沸腾后,液体推动待清洗晶圆 6 脱离原有支撑部件,并在一定范围内上下跳动。也就是说,由于化学液沸腾后,液体推动待清洗晶圆 6 脱离原有支撑部件,测试平衡机构 1 两端不再平衡,基于杠杆原理,导致弹性组件 2 的形变量改变,从而可以通过测试组件 3 的测试数据的变化情

况，判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动。

上述测试平衡机构 1、弹性组件 2 和测试组件 3 的具体结构不做限定，只要满足相应功能即可。

本公开的实施例提供一种测试装置，通过测试平衡机构 1、弹性组件 2 和测试组件 3 相互配合，将待清洗晶圆 6 的跳动转换为可测量的弹性组件 2 的形变变化，从而通过测试组件 3 的测试数据的变化情况，即可判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动；从而避免采用人眼观察的方式，进而避免出现人身安全问题，降低危险系数；另外，该测试装置不受工艺环境中蒸汽的影响，能够大幅提高检测晶圆跳动的准确率和效率，进而防止晶圆出现划伤和破损的现象，降低晶圆的破片率，同时提高刻蚀效果。

为了简化结构，便于实现，在一些实施例中，参考图 2 所示，测试平衡机构 1 还包括：可旋转组件 12 和测试平衡组件；测试平衡组件包括第一部 11 和第二部 10；第一部 11 的一端与第二部 10 固定连接，第一部 11 的另一端设置在工艺槽 4 内、且用于承托待清洗晶圆 6；第二部 10 中未与第一部 11 连接的一端与弹性组件 2 连接；可旋转组件 12 固定在第一部 11 和第二部 10 的连接位置 S1，可旋转组件 12 与连接位置 S1 的接触点为固定点 S。换句话说，第一部 11 与第二部 10 相连的位置为连接位置 S1，可旋转组件 12 固定连接在连接位置 S1 处，且可旋转组件 12 与连接位置 S1 的接触点为固定点 S。

第一部 11 用于在待清洗晶圆 6 发生跳动的情况下，绕固定点 S 旋转；可旋转组件 12 用于在第一部 11 的带动下，绕可旋转组件 12 的轴心做旋转运动；第二部 10 用于在第一部 11 和可旋转组件 12 的带动下，绕固定点 S 旋转，以改变弹性组件 2 的形变量。也就是说，固定点 S 位于第一部 11、第二部 10 的转动轴线上，因此，第一部 11、第二部 10 均可以绕固定点 S 旋转。

上述第一部 11、第二部 10 和可旋转组件 12 的具体结构不做限定，可以根据实际情况选择。示例的，可旋转组件 12 可以包括轮轴、轴承、联轴器或齿轮等结构。需要说明的是，在第一部 11 的带动下，可旋转组件 12 可以是部分结构做旋转运动，或者整体均做旋转运动，这里不做限定。

需要说明的是，待清洗晶圆 6 发生跳动时，第一部 11 绕固定点 S 旋转的幅度较小，对于力矩的影响非常微弱，如果不设置可旋转组件 12，第二部 10 很难产生旋转、改变弹性组件 2 的形变量，那么测试组件 3 的测试值不会发生改变，从而检测不出待清洗晶圆 6 发生了跳动。因此，本公开实施例通过设置可旋转组件 12，将第一部 11 绕固定点 S 的小幅度旋转，放大成可旋转组件 12 的大幅度旋转，进而带动第二部 10 旋转、改变弹性组件 2 的形变量，最终通过测试组件 3 检测出待清洗晶圆 6 发生跳动。

为了进一步简化结构，降低制作难度，在一些实施例中，参考图 2 所示，第一部 11 包括依次连接的动力杆 111、连接杆 112 和承托件；承托件包括底座 113 和设置在底座 113 上的承托部 114，底座 113 与连接杆 112 固定连接，承托部 114 用于承托待清洗晶圆 6；其中，动力杆 111 和连接杆 112 之间形成有第一夹角 a，连接杆 112 和底座 113 之间形成有第二夹角 b；第二部 10 包括阻力杆 102；阻力杆 102 的一端与动力杆 111 连接、另一端与弹性组件 2 连接。

上述第一夹角 a 和第二夹角 b 的范围不做限定，示例的，第一夹角 a 和第二夹角 b 可以分别为锐角、直角或者钝角。图 2 中以第一夹角 a 和第二夹角 b 均为直角为例进行绘示。

上述承托部 114 的数量不做限定；为了尽可能地减少与待清洗晶圆 6 的接触面积，同时保证支撑力度，可以选择设置两个承托部 114，分别与待清洗晶圆 6 中相对的两个边缘接触。由于待清洗晶圆 6 的边缘为弧面，为了降低对于待清洗晶圆 6 的损伤，承托部 114 的上表面为弧面，与待清洗晶圆

6 的边缘接触。待清洗晶圆 6 可以竖直放置在承托部 114 上，承托部 114 竖直设置、且与底座 113 垂直。为了提高清洗效率，承托部 114 上可以设置多个待清洗晶圆 6。底座 113 的结构不做限定，示例的，底座 113 可以包括底杆或者底板。

上述动力杆 111、连接杆 112 和承托件三者可以一体成型，或者，单独设置；这里不做限定。为了降低成本，示例的，动力杆 111 与连接杆 112 可以通过紧固件（例如：螺钉或者螺栓）固定，连接杆 112 和底座 113 可以通过紧固件（例如：螺钉或者螺栓）固定，底座 113 和承托部 114 可以通过紧固件（例如：螺钉或者螺栓）固定或者一体成型。

上述动力杆 111 和阻力杆 102 可以通过焊接、紧固件连接或者一体成型等方式连接，这里不做限定。

上述动力杆 111、固定点 S 和阻力杆 102 可以沿同一直线设置，以降低设计和制作难度。上述阻力杆 102 与弹性组件 2 连接的一端可以设置如图 1 所示的连接孔 101，通过连接孔 101 与弹性组件 2 连接。

在一些实施例中，动力杆 111 和阻力杆 102 一体成型，以简化制作工艺，降低成本。

在一些实施例中，为了降低结构复杂度，参考图 2 所示，第一夹角 a 和第二夹角 b 均为 90 度；即动力杆 111 和连接杆 112 垂直设置，连接杆 112 与底座 113 垂直设置。但是这并不是限制性的，在图未示出的一些其他实施例中，也可以仅第一夹角 a 为 90 度或者仅第二夹角 b 为 90 度，也是可行的，也属于本公开的保护范围之内。

在一个或者多个实施例中，为了支撑可旋转组件 12，参考图 1 所示，测试装置还包括：支撑部 7 和固定板 8；支撑部 7 固定连接在固定板 8 上、且支撑部包括相对设置的支撑面（图 1 未标记）和固定面（图 1 未标记），固定面与固定板 8 相接触。

上述支撑部 7 的支撑面与可旋转组件 12 结构匹配，以利于可旋转组件 12 转动。示例的，支撑面上设置有凹槽，凹槽用于支撑可旋转组件 12。可旋转组件 12 与凹槽接触的部分为凸部，以匹配凹槽，从而有利于可旋转组件 12 在凹槽内转动。

需要说明的是，将该测试装置应用在半导体清洗设备中，固定板 8 可设置在半导体清洗设备的合适位置。上述测试装置可与半导体清洗设备配套使用，并可以应用在不同型号的半导体清洗设备。

在一个或者多个实施例中，为了便于实现、且降低成本，弹性组件 2 包括弹簧，测试组件 3 包括测力传感器。弹簧的一端通过连接孔 101 与阻力杆 102 连接，另一端与测力传感器连接。

为了便于设置测力传感器的安装位置，以适应不同的半导体清洗设备，在一些实施例中，参考图 1 所示，测试组件 3 还包括滑槽 9，测力传感器在安装位置确定前，可沿滑槽 9 移动；在安装位置确定后，与滑槽 9 固定；安装位置为当测试平衡机构 1 能够在工艺槽 4 内承托待清洗晶圆 6，且杠杆系统保持平衡状态的情况下，测力传感器所在的位置。

需要说明的是，在确定安装位置的过程中，可以沿滑槽 9 移动测力传感器，使弹簧的形变量发生改变，产生弹性力，进而通过测试平衡机构 1 顶起待清洗晶圆 6，使得待清洗晶圆 6 与升降装置 5 之间产生微小间隙，但不脱离升降装置 5 的约束范围；当测试平衡机构 1 替代升降装置 5 承托待清洗晶圆 6，且测试平衡机构 1、弹簧、测力传感器和待清洗晶圆 6 形成的杠杆系统保持平衡状态的情况下，测力传感器所在位置即确定为安装位置。在采用测试装置对半导体清洗设备进行化学液浓度配比测试时，测力传感器始终保持在安装位置，固定不变；弹簧的形变量会随着测试装置的第二部 10 的旋转变换，进而改变对于测力传感器的作用力，从而使得测力传感器的测试值发生改变。图 3 为图 1 中区域 E 的放大示意图，参考图 3 所示，测试平衡机

构 1 的承托部 114 与待清洗晶圆 6 的边缘接触，升降装置 5 与待清洗晶圆 6 的边缘之间（图 3 中黑色虚线圈 B 限定的区域）存在微小间隙。此时，测试平衡机构 1、弹簧、测力传感器和待清洗晶圆 6 组成的杠杆系统处于力矩稳定状态（即平衡状态），满足 $F \times L1 = G \times L2$ ，参考图 4 所示，F 表示弹簧的拉力，G 表示待清洗晶圆 6 的重力，L1 和 L2 分别表示力臂。

需要说明的是，图 4 以弹簧处于拉伸状态为例进行绘示，即测力传感器处于安装位置时，弹簧被拉伸。当然，测力传感器处于安装位置时，弹簧也可以处于被压缩状态，但是由于弹簧较轻，需要额外设置固定件以保持压缩状态，设计结构相对复杂，因此多采用图 4 所示结构。

在安装位置确定后，可以通过测力传感器的固定孔（图 1 所示的 31）采用螺钉等紧固件，将测力传感器与滑槽 9 固定。将该测试装置应用在半导体清洗设备中，滑槽 9 可设置在半导体清洗设备的合适位置，固定不动。

在化学液浓度配比测试中，如果补水量过多，化学液的浓度大幅降低，沸点也随之降低，随着化学液温度的升高极易出现沸腾现象，导致待清洗晶圆 6 发生跳片；如果补水量过少，随着化学液温度的升高，化学液中的水分会越来越少，导致化学液的浓度难以保持理想浓度值，不利于刻蚀率的控制。参考图 5 所示，待清洗晶圆 6 发生跳片后，待清洗晶圆 6 与承托部 114 之间（图 5 中黑色虚线圈 C 限定的区域）产生间隙，从而改变对于测试平衡机构 1 的作用力，进而引起弹簧形变量的改变，最终反馈到测力传感器上；通过测力传感器的测试数据的变化情况，可以判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动，从而确定补水量是否满足要求，以保证在补水后，工艺槽 4 内化学液的浓度在理想浓度范围内、且不产生沸腾。

本公开实施例还提供了一种半导体清洗系统，包括：半导体清洗设备和上述测试装置；半导体清洗设备包括升降装置 5 和工艺槽 4，工艺槽 4 内设置有化学液。

升降装置 5 用于：承载待清洗晶圆 6，并将待清洗晶圆 6 移动至工艺槽 4 内；其中，升降装置 5 与待清洗晶圆 6 的接触位置，和工艺槽 4 的槽底的距离为 $T1$ 。

测试装置用于：在待清洗晶圆 6 设置在工艺槽 4 内之后，测试平衡机构 1 替代升降装置 5 承托待清洗晶圆 6，其中，测试平衡机构 1 与待清洗晶圆 6 的接触位置，和工艺槽 4 的槽底的距离为 $T2$ ， $T2$ 大于 $T1$ ；在向工艺槽 4 加水后，测试待清洗晶圆 6 是否发生跳动。

上述升降装置 5 和工艺槽 4 的具体结构可以参考相关技术，这里不再说明。上述测试装置的结构说明可以参考前述实施例，此处不再赘述。上述 $T2$ 大于 $T1$ ，可以保证测试平衡机构 1 能够顶起待清洗晶圆 6，使得待清洗晶圆 6 与升降装置 5 之间产生微小间隙。参考图 4 所示，升降装置 5 可以包括纵截面为 V 字型的承载组件，该承载组件包括两个承载部 501、连接部 502 和承载座 503，连接部 502 用于连接承载部 501 和承载座 503，承载部 501 与待清洗晶圆 6 的接触位置，和工艺槽 4 的槽底的距离为图 4 所示的 $T1$ ；测试平衡机构 1 包括两个承托部 114，承托部 114 与待清洗晶圆 6 的接触位置，和工艺槽 4 的槽底的距离为图 4 所示的 $T2$ ， $T2$ 大于 $T1$ 。两个承托部 114 之间的距离 $L2$ ，大于两个承载部 501 之间的距离 $L1$ ；承载部 501 与承托部 114 之间的距离 $L3$ 可以根据实际情况限定。

上述半导体清洗系统还可以包括其他结构，例如：浓度仪等，浓度仪用于测试工艺槽 4 内化学液的浓度值。

上述化学液用于对待清洗晶圆 6 的表面进行湿法刻蚀，从而完成清洗；该化学液可以包括磷酸液。

该半导体清洗系统可以基于测试装置检测晶圆跳动，避免采用人眼观察的方式，能够提高检测晶圆跳动的准确率，从而防止晶圆出现划伤和破损现象，同时提高刻蚀效果。

本公开实施例再提供了一种半导体清洗设备的测试方法,半导体清洗设备包括升降装置 5 和工艺槽 4; 参考图 6 所示, 半导体清洗设备的测试方法包括:

S1、通过升降装置 5 承载待清洗晶圆 6, 并带动待清洗晶圆 6 移至工艺槽 4 内。

S2、调整测试装置的测试组件 3 的位置, 使得测试装置的测试平衡机构 1 替代升降装置 5 承托待清洗晶圆 6。

S3、对工艺槽 4 内的化学液进行多组浓度配比测试, 每组浓度配比测试包括至少一次化学液浓度配比测试。

S4、根据多组浓度配比测试的记录结果, 选择满足补水后待清洗晶圆 6 未跳动、以及满足补水后工艺槽 4 内的化学液的浓度在理想浓度范围内的补水量; 其中, 记录结果包括各次补水量、补水后待清洗晶圆 6 的跳动情况以及补水后工艺槽 4 内的化学液的浓度值。

上述化学液用于对待清洗晶圆 6 的表面进行湿法刻蚀, 从而完成清洗; 该化学液可以包括磷酸液, 磷酸液的理想浓度范围为 86%~87%, 温度范围为 150°C~170°C; 在不同浓度下, 磷酸的沸点不同, 示例的, 在 100%浓度下, 磷酸的沸点为 261°C; 在 85%浓度下, 磷酸的沸点为 158°C, 沸点随浓度增加而升高。

通过执行步骤 S1-S4, 可以得到满足要求的补水量, 从而避免采用人眼观察的方式, 进而能够提高检测晶圆跳动的准确率, 防止晶圆出现划伤和破损现象, 同时提高刻蚀效果。

其中, 步骤 S3 中, 化学液浓度配比测试包括:

S31、在满足补水条件的情况下, 向工艺槽 4 进行补水。

上述补水条件可以根据实际要求确定, 这里不做限定。

S32、根据本次补水后测试装置的测试组件 3 的测试值的变化量百分比,

判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动。

S33、根据判断结果，确定本次补水后的测试步骤，本次补水后的测试步骤包括结束本次测试的步骤、执行下一次化学液浓度配比测试的步骤和更换工艺槽 4 内的化学液、执行下组浓度配比测试的步骤三者中的任一步骤。

S34、记录本次补水量、本次补水后待清洗晶圆 6 的跳动情况以及本次补水后工艺槽 4 内的化学液的浓度值。

通过执行步骤 S31-S34，可以得到本次补水量以及本次补水后待清洗晶圆 6 的跳动情况，从而根据待清洗晶圆 6 的跳动情况，判断本次补水量是否合适。

在一些实施例中，S31、在满足补水条件的情况下，向工艺槽 4 进行补水，包括：

若工艺槽 4 内化学液的理想浓度，与工艺槽 4 内化学液的实际浓度的差值，在预设浓度差值的范围内，向工艺槽 4 进行补水。

上述工艺槽 4 内化学液的理想浓度可以根据化学液包括的具体液体性质确定。示例的，若化学液包括磷酸液，磷酸液的理想浓度范围可以为 86%~87%，那么，磷酸液的理想浓度可以是 86%、86.5%或者 87%等。上述工艺槽 4 内化学液的实际浓度可以通过浓度仪测得；上述预设浓度差值可以根据要求选择，示例的，预设浓度差值的范围可以是(0, 0.15%]，预设浓度差值可以是 0.10%、0.11%、0.13%或者 0.15%等。

需要说明的是，在磷酸液浓度配比测试时，补水时机是在磷酸液的实际浓度，即将达到磷酸液的理想浓度时开始补水；而不是在磷酸液的实际浓度已经达到磷酸液的理想浓度时开始补水。如果在磷酸液的实际浓度已经达到磷酸液的理想浓度时开始补水，由于补充的水在工艺槽 4 中扩散需要一定时间，即补充的水对于磷酸液浓度的影响有一定延迟，而在该延迟时段中，磷酸液中的水分不断在蒸发，容易导致磷酸液的实际浓度大于磷酸液的理想浓

度。因此，需要在即将达到磷酸液的理想浓度时开始补水，从而保持补水后的一段时间内磷酸液的实际浓度为理想浓度。若磷酸液的理想浓度为 86%，工艺槽 4 内磷酸液的实际浓度为 85.9%，则两者相差 0.1%，0.1%在预设浓度差值的范围(0, 0.15%]内，满足补水条件，可以向工艺槽 4 内补水。

在一些实施例中，S32、根据本次补水后测试装置的测试组件 3 的测试值的变化量百分比，判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动，包括：

S321、确定本次补水后测试装置的测试组件 3 的测试值的变化量百分比 A1 的绝对值和预设变化量百分比 A2 的差值，其中， $A1 = [(A - A0) / A0] \times 100\%$ ，A 为本次补水后测试装置的测试组件 3 的测试值，A0 为本次补水前测试装置的测试组件 3 的测试值。

需要说明的是，待清洗晶圆 6 发生跳片后，会向上或者向下跳动；示例的，以待清洗晶圆 6 被测试平衡机构 1 承托时，弹性组件 2 为拉伸状态为例进行说明，若在化学液浓度配比测试中，补水量过多导致化学液沸腾，如果待清洗晶圆 6 向上跳动，则 A 小于 A0，此时，A1 小于零；如果待清洗晶圆 6 向下跳动，则 A 大于 A0，此时，A1 大于零。

上述预设变化量百分比可以根据实际要求确定，示例的，该预设变化量百分比的范围可以是[18%，25%]，示例的，预设变化量百分比可以是 18%、20%、22%或者 25%等。

S322、若差值大于或者等于零，则待清洗晶圆 6 发生跳动，此时，本次补水后测试装置的测试组件 3 的测试值的变化量百分比的绝对值大于或者等于预设变化量百分比；若差值小于零，则待清洗晶圆 6 未发生跳动，此时，本次补水后测试装置的测试组件 3 的测试值的变化量百分比的绝对值小于预设变化量百分比。

在一些实施例中，S33、根据判断结果，确定本次补水后的测试步骤，包括：

若本次补水后待清洗晶圆 6 未发生跳动,且已补水次数未达到预设补水次数,则在预设时间段之后,进行下一次化学液浓度配比测试。

需要说明的是,已补水次数包括本次补水;预设补水次数根据实际情况选择,示例的,预设补水次数可以是 4 次~8 次。

或者,若本次补水后待清洗晶圆 6 未发生跳动,且已补水次数达到预设补水次数,则结束本次测试。

或者,若本次补水后待清洗晶圆 6 发生跳动,则更换工艺槽 4 内的化学液,进行下组浓度配比测试;其中,本次化学液浓度配比测试为当前组第 i 次化学液浓度配比测试,当前组第 i 次化学液浓度配比测试的补水量大于下一组第 i 次化学液浓度配比测试的补水量, i 为正整数、且 $1 \leq i < \text{预设补水次数}$ 。

下面以预设补水次数为 3、磷酸液的理想浓度为 86%,工艺槽 4 内磷酸液的实际浓度为 85.9%,预设浓度差值的范围为(0, 0.15%]为例说明补水测试流程。

由于磷酸液的理想浓度与磷酸液的实际浓度的差值为 0.1%,在预设浓度差值的范围,满足补水条件,可以向工艺槽 4 内第一次补水,补水量为 $M1$;第一次补水后,判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动。

若第一次补水后,待清洗晶圆 6 未发生跳动,且在第一次补水后再次满足补水条件时,则向工艺槽 4 内第二次补水,补水量为 $M2$;接着,判断第二次补水后,待清洗晶圆 6 是否发生跳动。若第二次补水后,待清洗晶圆 6 未发生跳动,且在第二次补水后再次满足补水条件时,向工艺槽 4 内第三次补水,补水量为 $M3$ 。由于预设补水次数为 3 次,因此,在第三次补水后不再进行补水,结束本次测试。第三次补水后仍需判断待清洗晶圆 6 是否发生跳动。若第二次补水后,待清洗晶圆 6 发生跳动,则更换工艺槽 4 内的磷酸液,开始下一组测试;其中,下一组测试中,第一次补水量可以为 $M1$,第

二次补水量可以小于 M2。

若第一次补水后,待清洗晶圆 6 发生跳动,则更换工艺槽 4 内的磷酸液,开始下一组测试;其中,下一组测试中,第一次补水量小于 M1。下一组测试流程可以参考上述当前组补水测试流程。

按照上述测试流程,可以进行多组浓度配比测试,绘制测试表格并记录每组测试中,每次的补水量、补水后待清洗晶圆 6 的跳动情况以及补水后工艺槽 4 内的化学液的浓度值,最终确定一组补水量(即磷酸补水工艺参数),满足在每次补水后,工艺槽 4 内化学液的浓度在理想浓度范围内、且不产生沸腾。

需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

本公开中所称的“一个实施例”、“实施例”或者“一个或者多个实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或者特性包括在本公开的至少一个实施例中。此外,请注意,这里“在一个实施例中”的词语例子不一定全指同一个实施例。

以上所述仅为本公开的实施例而已,并不用于限制本公开。对于本领域技术人员来说,本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的权利要求范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种测试装置，其特征在于，应用于半导体清洗设备，所述半导体清洗设备包括工艺槽，所述工艺槽内用于设置待清洗晶圆；

5 所述测试装置包括：测试平衡机构、弹性组件和测试组件，所述弹性组件的两端分别连接所述测试平衡机构和所述测试组件；所述测试平衡机构、所述弹性组件、所述测试组件用于与所述待清洗晶圆形成杠杆系统；

 所述测试平衡机构的一端与所述弹性组件连接，另一端用于在所述工艺槽内承托所述待清洗晶圆；

10 所述测试平衡机构用于：在所述待清洗晶圆发生跳动的情况下，基于杠杆原理，改变所述弹性组件的形变量；

 所述测试组件用于测试所述弹性组件的形变量。

2、根据权利要求1所述的测试装置，其特征在于，所述测试平衡机构包括：可旋转组件和测试平衡组件；

15 所述测试平衡组件包括第一部和第二部；所述第一部的一端与所述第二部固定连接，所述第一部的另一端设置在所述工艺槽内、且用于承托所述待清洗晶圆；所述第二部中未与所述第一部连接的一端与所述弹性组件连接；

20 所述可旋转组件连接在所述第一部和所述第二部的连接位置，所述可旋转组件与所述连接位置的接触点为固定点；

 所述第一部用于在所述待清洗晶圆发生跳动的情况下，绕所述固定点旋转；

 所述可旋转组件用于在所述第一部的带动下，绕所述可旋转组件的轴心做旋转运动；

25 所述第二部用于在所述第一部和所述可旋转组件的带动下，绕所述固定点旋转，以改变所述弹性组件的形变量。

- 3、根据权利要求2所述的测试装置，其特征在于，所述第一部包括依次连接的动力杆、连接杆和承托件；所述承托件包括底座和设置在所述底座上的承托部，所述底座与所述连接杆连接，所述承托部用于承托所述待清洗晶圆；其中，所述动力杆和所述连接杆之间形成有第一夹角，所述连接杆和所述底座之间形成有第二夹角；

所述第二部包括阻力杆；所述阻力杆的一端与所述动力杆连接、另一端与所述弹性组件连接。

- 4、根据权利要求3所述的测试装置，其特征在于，所述动力杆和所述阻力杆一体成型。
- 10 5、根据权利要求3所述的测试装置，其特征在于，所述第一夹角和/或所述第二夹角为90度。

6、根据权利要求1所述的测试装置，其特征在于，所述测试装置还包括：支撑部和固定板；

- 所述支撑部连接在所述固定板上、且所述支撑部包括相对设置的支撑面和固定面，所述固定面与所述固定板相接触，所述支撑面用于支撑所述测试平衡机构。
- 15

7、根据权利要求1所述的测试装置，其特征在于，所述弹性组件包括弹簧，所述测试组件包括测力传感器。

- 8、根据权利要求7所述的测试装置，其特征在于，所述测试组件还包括滑槽，所述测力传感器在安装位置确定前，可沿所述滑槽移动；在所述安装位置确定后，与所述滑槽固定；所述安装位置为当所述测试平衡机构在所述工艺槽内承托所述待清洗晶圆，且所述杠杆系统保持平衡状态的情况下，所述测力传感器所在的位置。
- 20

- 9、一种半导体清洗设备的测试方法，其特征在于，所述半导体清洗设备包括升降装置和工艺槽；
- 25

所述半导体清洗设备的测试方法包括：

通过所述升降装置承载待清洗晶圆，并带动所述待清洗晶圆移至所述工艺槽内；

调整如权利要求 1-8 任一项所述的测试装置的测试组件的位置，使得所述测试装置的测试平衡机构替代所述升降装置承托所述待清洗晶圆；

- 5 对所述工艺槽内的化学液进行多组浓度配比测试，每组浓度配比测试包括至少一次化学液浓度配比测试；

根据所述多组浓度配比测试的记录结果，选择满足补水后所述待清洗晶圆未跳动、以及满足补水后所述工艺槽内的化学液的浓度在理想浓度范围内的补水量，其中，所述记录结果包括各次补水量、补水后所述待清洗
10 晶圆的跳动情况以及补水后所述工艺槽内的化学液的浓度值；

其中，所述化学液浓度配比测试包括：

在满足补水条件的情况下，向所述工艺槽进行补水；

根据本次补水后所述测试装置的测试组件的测试值，判断所述待清洗晶圆是否发生跳动；

- 15 根据判断结果，确定本次补水后的测试步骤，所述本次补水后的测试步骤包括结束本次测试的步骤、执行下一次所述化学液浓度配比测试的步骤和更换所述工艺槽内的化学液、执行下组浓度配比测试的步骤三者中的任一步骤；

- 20 记录本次补水量、本次补水后所述待清洗晶圆的跳动情况以及本次补水后所述工艺槽内的化学液的浓度值。

10、根据权利要求 9 所述的测试方法，其特征在于，所述在满足补水条件的情况下，向所述工艺槽进行补水，包括：

若所述工艺槽内化学液的理想浓度，与所述工艺槽内化学液的实际浓度的差值，在预设浓度差值的范围内，向所述工艺槽进行补水。

- 25 11、根据权利要求 9 所述的测试方法，其特征在于，所述根据本次补水后所述测试装置的测试组件的测试值，判断所述待清洗晶圆是否发生跳

动，包括：

确定本次补水后测试装置的测试组件的测试值的变化量百分比 $A1$ 的绝对值和预设百分比 $A2$ 的差值，其中， $A1 = [(A - A0) / A0] \times 100\%$ ， A 为本次补水后所述测试装置的测试组件的测试值， $A0$ 为本次补水前所述测试装置的测试组件的测试值；

若差值大于或者等于零，则所述待清洗晶圆发生跳动；若差值小于零，则所述待清洗晶圆未发生跳动。

12、根据权利要求 9 所述的测试方法，其特征在于，所述根据判断结果，确定本次补水后的测试步骤，包括：

10 若本次补水后所述待清洗晶圆未发生跳动，且已补水次数未达到预设补水次数，则在预设时间段之后，进行下一次所述化学液浓度配比测试；

或者，若本次补水后所述待清洗晶圆未发生跳动，且已补水次数达到预设补水次数，则结束本次测试；

15 或者，若本次补水后所述待清洗晶圆发生跳动，则更换所述工艺槽内的化学液，进行下组浓度配比测试；其中，本次化学液浓度配比测试为当前组第 i 次化学液浓度配比测试，所述当前组第 i 次化学液浓度配比测试的补水量大于下一组第 i 次化学液浓度配比测试的补水量， i 为正整数、且 $1 \leq i < \text{预设补水次数}$ 。