一种晶圆干燥抬升方法

技术领域

本发明属于半导体集成电路芯片制造领域，尤其是涉及一种晶圆干燥抬升方法。

背景技术

化学机械平坦化是集成电路工艺中的一种加工工艺。随着技术的发展，对加工工艺的要求会随之提高。同时化学机械平坦化在晶圆加工过程中属于湿法工艺，在整个工艺过程中会使用大量的研磨液以及不同的化学试剂，所以在工艺末端需要对晶圆进行一个清洗和干燥来去除附着在晶圆表面的颗粒，从而能够进入到下一道工艺的制程中。

在现有的集成电路设备中，传统的干燥方式是旋转甩干，这种方式利用高转速下产生的离心力将附着在晶圆表面的水去除。但由于晶圆本身材质的差异和表面图案的影响，此干燥方法有时会导致水渍残留，导致整片晶圆的颗粒物数量超标。

近几年出现的一种新型干燥方法是使用马兰戈尼效应。这种方法是利用表面张力梯度差将附着在晶圆表面的水去除，这种方法能够有效地减少水渍残留和颗粒物附着在晶圆表面的可能性。该方法需要通过托着晶圆底部将晶圆抬出液面，为保证晶圆底部无水渍残留，托底与晶圆接触面积要尽可能小；此外，托底长期浸泡在水中，为保证其耐腐蚀性，通常选用塑料材质。目前采用的方法，托底在从晶圆浸在液体底部到全部露出液面的过程中均起到了支撑作用，托底与晶圆

底部接触面积小，压强大，因此受力多易磨损，需要频繁更换物料消耗量大，否则将降低抬升位置的精度；同时工艺过程需保证液面平整，目前托底驱动是通过磁铁将箱体背面电缸的抬升力传递给晶圆，托底基座与箱体在磁铁作用下与箱体挤压滑动，抬升过程阻力大，因磁力为非刚性传动有失速甚至掉片风险，且滑动过程会造成托底底座与箱体内壁的磨损，影响传动精度及寿命，且会产生杂质微粒；更重要的是，在实际工况下，机台需要保证长时间得稳定运行，频繁更换托底部件并矫正位置，大大增加了机台的维护时间，并由此影响产线前后道机台的运行效率，造成巨大的经济损失。

发明内容

为了克服现有技术的不足，本发明提供一种延长抬升机构的使用寿命，晶圆干燥效果佳的晶圆干燥抬升方法。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种晶圆干燥抬升方法，包括以下步骤：晶圆位于液面以内，支撑机构驱动晶圆上升，其上升速度为 V1，抬升机构位于晶圆下方且不接触晶圆，其上升速度为 V2，则 V2≤V1；

晶圆顶部接近液面，支撑机构在保持晶圆上升的状态下脱离晶圆，抬升机构上升接触晶圆，以继续向上推动晶圆伸出液面；

晶圆在抬升机构驱动下继续上升，直至晶圆完全脱离液面。

进一步的，所述支撑机构脱离晶圆时的上升速度为 V11，所述抬升机构接触晶圆时的上升速度为 V21，则 V21 和 V11 的速度差值≥5 mm/s。

进一步的，所述支撑机构上升速度减小至停止，以脱离晶圆。

进一步的，晶圆位于液面以内，支撑机构驱动晶圆上升包括第一阶段和第二阶段，在第一阶段支撑机构驱动晶圆匀速上升，在第二阶段支撑机构驱动晶圆减速上升。

进一步的，所述抬升机构驱动晶圆伸出液面，其包括第三阶段和第四阶段，在第三阶段抬升机构驱动晶圆上升的速度减小，在第四阶段抬升机构驱动晶圆上升的速度增加。

进一步的，在第四阶段抬升机构驱动晶圆上升的加速度≥20 mm/s^2。

进一步的，在第三阶段，晶圆上升速度减小的速率呈多个折线形。

进一步的，所述支撑机构包括带有晶圆卡槽的基体，设于基体侧面的安装座，及活动设于安装座的辊轴，干燥箱体内沿高度方向设有第一凹槽，所述辊轴可沿第一凹槽上下移动。

进一步的，所述辊轴在第一凹槽内滚动或滑动。进一步的，所述抬升机构包括滑动件，活动设于滑动件的转轴，及托底，干燥箱体内沿高度方向设有第二凹槽，所述转轴可沿第二凹槽上下移动。

进一步的，所述托底由塑料材质制成。

进一步的，所述托底包括主体和一体设置在主体端部的尖端，该尖端的宽度为 0.1-0.6mm，该尖端的截面夹角为 20-45° 。

进一步的，所述托底顶部为平直状或为月牙状，月牙状的最大深度为 0.2-1mm，平直状的顶面为平面或圆角面。

本发明提供了一种基于马兰戈尼效应的晶圆干燥抬升方法，其实

施结构采用多模块联合抬升的方式，减少抬升机构的托底的工作时间从而延长其使用寿命，降低损耗节省维护时间；支撑机构和干燥箱体之间、抬升机构和干燥箱体之间，可采用滚动配合，从而降低抬升阻力，减少磨损；托底可通过月牙状设计，提高支撑晶圆时的稳定性，防止滑落。本发明能够在满足基于马兰戈尼效应的工艺流程同时，降低整体传动机构的损耗，提高装置传输的稳定性，避免因摩擦产生的杂质颗粒对工艺环境产生影响。

本发明的有益效果是，1）两侧支撑机构和抬升机构独立控制，实现两个阶段的不同抬升模式； 2）晶圆抬升过程前半段通过两侧支撑机构驱动，支撑机构工作范围仅限于液面以内，晶圆接触面积大，晶圆放置稳定，磨损量小；晶圆抬升过程后半段抬升机构的托底才正式介入，每片晶圆托底的工作时间减半，损耗量低使用寿命长；3）不需要频繁更换托底，干燥装置可以保证长时间的稳定运行，进而不会降低产线前道和后道的运行效率；4）第三阶段采用多段减速，可以确保晶圆表面的附着水能再表面张力作用下被完全带走；5）第四阶段晶圆急加速上升，可以借助表面张力带走晶圆下端最后的积水；6）支撑机构承担了晶圆抬升的部分形成，降低抬升机构的托底在每次工艺过程的损耗，延长托底的寿命，降低维护更换频率；7）支撑机构和抬升机构交接时的速度差设置，使得晶圆在连续抬升过程中，在满足支撑机构延长使用寿命的同时，实现支撑机构更好的衔接；8）第三阶段的多段减速可以获得平滑减速的干燥效果，降低支撑机构和抬升机构的衔接难度，保证晶圆连续上升，避免晶圆中途停止导致杂

质颗粒的残留；9）支撑机构的辊轴与干燥箱体内的第一凹槽为滚动配合或滑动配合，抬升机构的转轴与干燥箱体内的第二凹槽为滚动配合或滑动配合，阻力低，磨损少，且减少杂质颗粒的产生；10）月牙状顶部可以防止晶圆滑落，保证托底对晶圆的稳固承托作用；11）驱动机构位于环境外部，通过磁铁提供抬升力，降低运动污染的产生。

附图说明

图 1 为本发明中晶圆干燥抬升装置的内部示意图，此时处于初始状态，支撑机构接触晶圆，抬升机构不接触晶圆。

图 2 为图 1 中的 A 处结构放大图。

图 3 为图 1 的剖视图。

图 4 为本发明中晶圆干燥抬升装置的内部示意图，此时处于上升状态，支撑机构接触晶圆，抬升机构不接触晶圆。

图 5 为图 4 中的 B 处结构放大图。

图 6 为本发明中晶圆干燥抬升装置的内部示意图，此时处于上升状态，支撑机构不接触晶圆，抬升机构接触晶圆。

图 7 为图 6 中的 C 处结构放大图。

图 8 为本发明中支撑机构的示意图。

图 9 为本发明中支撑机构与干燥箱体的部分配合结构示意图。

图 10 为本发明中抬升机构的示意图。

图 11 为本发明中抬升机构与干燥箱体的部分配合结构示意图。

图 12 为本发明中托底的主视图，此时尖端为平面。

图 13 为本发明中托底的侧视图。

图 14 为本发明中托底的主视图，此时尖端为圆角。

图 15 为本发明中托底的侧视图，此时尖端为月牙。

图 16 为本发明中晶圆上升过程位置曲线。

图 17 为本发明中支撑机构和抬升机构的速度曲线。

其中，1-晶圆，2-支撑机构，21-基体，211-晶圆卡槽，22-安装座，23-辊轴，3-抬升机构，31-滑动件，32-转轴，33-托底，331-主体，332-尖端，4-干燥箱体，41-第一凹槽，411-凸部，412-槽体，413-竖直轨道，42-第二凹槽，43-液面。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好的理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，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，都应当属于本发明保护的范围。

一种晶圆干燥抬升装置，包括顶部开口的干燥箱体 4，一个晶圆 1，位于晶圆 1 两侧的支撑机构 2，及位于晶圆 1 下方、两侧支撑机构 2 中间的抬升机构 3。

如图 8、图 9 所示，支撑机构 2 包括带有晶圆卡槽 211 的基体 21，设置在基体 21 侧面的安装座 22，及活动设置在安装座 22 上的辊轴 23，干燥箱体 4 内沿着其高度方向设置有第一凹槽 41，辊轴 23 可以沿着第一凹槽 41 上下移动，具体的，辊轴 23 在第一凹槽 41 内滚动

或者滑动，从而限制了支撑机构 2 在水平方向的偏移。

在本实施例中，基体 21 呈圆形，在基体 21 的厚度方向形成凹陷的晶圆卡槽 211，安装座 22 包括固定连接在基体 21 背面的两个平行座体，每个座体上均活动设置有两个辊轴 23。具体的，辊轴 23 和座体之间可以通过轴承连接，从而辊轴 23 可以相对安装座 22 转动。在其他实施例中，辊轴 23 的数量可以是任意，具体不作限制。

在本实施例中，第一凹槽 41 包括截面呈工字型的凸部 411，及位于凸部 411 两侧的槽体 412，所述凸部 411 朝向槽体 412 的侧壁形成有竖直轨道 413，所述辊轴 23 在该竖直轨道 413 内活动，所述安装座 22 插入槽体 412 内。

如图 10、图 11 所示，抬升机构 3 包括滑动件 31，活动设置在滑动件 31 上的转轴 32，及托底 33，干燥箱体 4 内沿着其高度方向设置有第二凹槽 42，转轴 32 可以沿着第二凹槽 42 上下移动，具体的，转轴 32 在第二凹槽 42 内滚动或者滑动，从而限制了滑动件 31 在水平方向的偏移。

在本实施例中，滑动件 31 的截面呈 U 字形，其两侧均活动设置有两个转轴 32，转轴 32 和滑动件 31 之间可以通过轴承连接，从而转轴 32 可以相对滑动件 31 转动。在其他实施例中，转轴 32 的数量可以是任意，具体不作限制。

在本实施例中，第二凹槽 42 的结构与第一凹槽 41 的结构相同，其包括截面呈工字型的凸部，及位于凸部两侧的槽体，所述凸部朝向槽体的侧壁形成有竖直轨道，所述转轴 32 在该竖直轨道内活动，所

述滑动件 31 插入槽体内。

支撑机构 2 和抬升机构 3 分别通过干燥箱体 4 背面的磁铁固定位置，磁铁与电机及传动机构连接，利用传动机构驱动磁铁移动时，支撑机构 2 和抬升机构 3 可以发生移动，即支撑机构 2 的辊轴 23 在第一凹槽 41 内活动，抬升机构 3 的转轴 32 在第二凹槽 42 内活动。

如图 12-图 15 所示，托底 33 由塑料材质制成，具体可以是亲水性（石英，陶瓷）材质，也可以为疏水性（PEEK，聚砜，PVDF）材质。托底 33 包括主体 331 和一体设置在主体 331 顶端部的尖端 332，该尖端 332 与晶圆 1 侧壁接触时呈十字交叉结构，该尖端 332 的宽度为 0.1-0.6mm，即图 12 中 s 为 0.1-0.6mm，尖端 332 可以是平面也可以为圆角；该尖端 332 的截面夹角为 20-45°，即图 12、图 14 中 α 为 20-45°；该尖端 332 顶部可以平直也可以为月牙，月牙状底端距顶部高度为 0.2-1mm，即图 15 中 h 为 0.2-1mm。月牙状顶部可以防止晶圆 1 滑落，保证托底 33 对晶圆 1 的稳固承托作用。

干燥箱体 4 内充满液面 43 平整的超洁净水，用于实现马兰戈尼效应，初始阶段晶圆 1 完全浸泡于液面 43 以下。此时晶圆 1 由两侧支撑机构 2 固定，避免其倾倒掉片，中间抬升机构 3 的托底 33 的顶部位低于晶圆 1 下边缘，且不与晶圆 1 接触，如图 1-图 3 所示。即初始阶段两侧支撑机构 2 受力，中间抬升机构 3 不受力。

晶圆 1 上升过程的前半段，在两侧支撑机构 2 抵达上限位前（上限位位于液面以下），晶圆 1 抬升过程由两侧支撑机构 2 驱动，中间抬升机构 3 也同时向上运动，托底 33 的顶始终低于晶圆 1 下边缘，

且不与晶圆 1 接触，如图 4、图 5 所示。当然，抬升机构 3 也可以停止不动。

晶圆 1 上升过程的后半段，两侧支撑机构 2 抵达上限位后停止抬升，中间抬升机构 3 向上或者继续向上将晶圆 1 抬起，此时晶圆 1 由中间抬升机构 3 驱动，如图 6、图 7 所示，直到完全超出液面 43 抵达设定的高度。

一种晶圆干燥抬升方法，包括以下步骤：

如图 16 所示，为了保证干燥效果，同时避免颗粒物杂质停留在晶圆 1 表面，晶圆 1 上升过程为连续不停顿上升。

首先，干燥箱体 4 内盛放有液体，晶圆 1 位于液面以内，支撑机构 2 在晶圆 1 的两侧驱动晶圆 1 上升，晶圆 1 的上升速度为 V1，抬升机构 3 位于晶圆 1 的下方且不接触晶圆 1，换句话说，晶圆 1、支撑机构 2 和抬升机构 3 均位于液面内，只有支撑机构 2 发挥驱动晶圆 1 上升的作用，抬升机构 3 不发挥驱动晶圆 1 上升的作用，其上升速度为 V2，则 V2≤V1。

具体的，在本实施例中，V1=V2，仅由两侧支撑机构 2 托举晶圆 1 上升，在晶圆 1 上升过程中，中间抬升机构 3 与晶圆 1 底部始终不接触，且相对位置保持不变。

其次，晶圆 1 顶部接近液面，但还没有伸出液面，支撑机构 2 在保持晶圆 1 上升的状态下脱离晶圆 1，抬升机构 3 上升接触晶圆 1，从而继续向上推动晶圆 1 伸出液面；此处指的是即使支撑机构 2 脱离晶圆 1，在支撑机构 2 和抬升机构 3 交接的过程中，晶圆 1 都没有停

止过上升，晶圆 1 处于连续上升的状态；具体的，在支撑机构 2 脱离晶圆 1 时的上升速度为 V11，抬升机构 3 接触晶圆 1 时的上升速度为 V21，则 V21 和 V11 的速度差值≥5 mm/s。V21 和 V11 的速度差值可以根据具体工况灵活调节，只要满足速度差值大于等于 5mm/s。

更具体的，在支撑机构 2 脱离晶圆 1 的过程中，在两侧支撑机构 2 即将抵达上限位前（上限位位于液面 43 以下），两侧支撑机构 2 的上升速度减小至停止，从而实现脱离晶圆 1。

在本实施例中，支撑机构 2 驱动晶圆 1 上升包括第一阶段I和第二阶段Ⅱ，在第一阶段I支撑机构 2 驱动晶圆 1 匀速上升，此时晶圆 1 从完全浸没于液面 43 以下直至开始露出水面；在第二阶段Ⅱ支撑机构 2 驱动晶圆 1 减速上升，晶圆 1 逐渐露出水面，为了保证晶,1 干燥效果，随着露出水面时间增加，上升速度逐渐减小，如图 17 所示。即在第二阶段Ⅱ按照实际工况需要设定中间抬升机构 3 的速度，使其能在两侧支撑机构 2 完全停止时与晶圆 1 底部接触，进而继续推动晶圆 1 上升，保证晶圆 1 上升过程无停顿。第二阶段Ⅱ速度特征为：两侧支撑机构 2 的速度始终小于中间抬升机构 3 的速度，即 V21≥V11，且 V21-V11≥5 mm/s。

在本实施例中，抬升机构 3 驱动晶圆 1 伸出液面，此时晶圆 1 仅由托底 33 支撑，其包括第三阶段III和第四阶段Ⅳ，在第三阶段III抬升机构 3 驱动晶圆 1 上升的速度减小，在第四阶段Ⅳ抬升机构 3 驱动晶圆 1 上升的速度增加。更具体的，在第三阶段III，晶圆 1 上升速度减小的速率呈多个折线形，在第四阶段Ⅳ抬升机构 3 驱动晶圆 1 上升

的加速度≥20 mm/s^2，从而晶圆 1 即将完全离开水面时，晶圆 1 急加速上升，可以借助表面张力带走晶圆 1 下端最后的积水。在第四阶段Ⅳ中间抬升机构 3 急加速上升，直至晶圆 1 完全离开水面，晶圆 1 底部由托底 33 支撑并移出水面，可以保证晶圆 1 底部无积水。

接着，晶圆 1 在抬升机构 3 驱动下继续上升，直至晶圆 1 完全脱离液面。

上述具体实施方式用来解释说明本发明，而不是对本发明进行限制，在本发明的精神和权利要求的保护范围内，对本发明作出的任何修改和改变，都落入本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种晶圆干燥抬升方法，其特征在于，包括以下步骤：

晶圆位于液面以内，支撑机构驱动晶圆上升，其上升速度为 V1，抬升机构位于晶圆下方且不接触晶圆，其上升速度为 V2，则 V2≤V1；

晶圆顶部接近液面，支撑机构在保持晶圆上升的状态下脱离晶圆，抬升机构上升接触晶圆，以继续向上推动晶圆伸出液面；

晶圆在抬升机构驱动下继续上升，直至晶圆完全脱离液面。

2. 根据权利要求 1 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述支撑机构脱离晶圆时的上升速度为 V11，所述抬升机构接触晶圆时的上升速度为 V21，则 V21 和 V11 的速度差值≥5 mm/s。

3. 根据权利要求 1 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述支撑机构上升速度减小至停止，以脱离晶圆。

4. 根据权利要求 1 或 3 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：晶圆位于液面以内，支撑机构驱动晶圆上升包括第一阶段和第二阶段，在第一阶段支撑机构驱动晶圆匀速上升，在第二阶段支撑机构驱动晶圆减速上升。

5. 根据权利要求 1 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述抬升机构驱动晶圆伸出液面，其包括第三阶段和第四阶段，在第三阶段抬升机构驱动晶圆上升的速度减小，在第四阶段抬升机构驱动晶圆上升的速度增加。

6. 根据权利要求 5 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：在第四阶段抬升机构驱动晶圆上升的加速度≥20 mm/s^2。

7. 根据权利要求 5 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：在第三阶段，晶圆上升速度减小的速率呈多个折线形。

8. 根据权利要求 1 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述支撑机构包括带有晶圆卡槽的基体，设于基体侧面的安装座，及活动设于安装座的辊轴，干燥箱体内沿高度方向设有第一凹槽，所述辊轴可沿第一凹槽上下移动。

9. 根据权利要求 8 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述辊轴在第一凹槽内滚动或滑动。

10. 根据权利要求 1 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述抬升机构包括滑动件，活动设于滑动件的转轴，及托底，干燥箱体内沿高度方向设有第二凹槽，所述转轴可沿第二凹槽上下移动。

11. 根据权利要求 10 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述托底由塑料材质制成。

12. 根据权利要求 10 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述托底包括主体和一体设置在主体端部的尖端，该尖端的宽度为 0.1-0.6mm，该尖端的截面夹角为 20-45° 。

13. 根据权利要求 12 所述的晶圆干燥抬升方法，其特征在于：所述托底顶部为平直状或为月牙状，月牙状的最大深度为 0.2-1mm，平直状的顶面为平面或圆角面。