

一种CMP晶圆清洗设备、晶圆传输机械手及其晶圆翻转方法

技术领域

本发明涉及半导体集成电路芯片制造的设备领域，具体涉及一种 CMP 晶圆清洗设备、晶圆传输机械手及其晶圆翻转方法。

背景技术

随着半导体产业的迅速发展，集成电路特征尺寸不断趋于微细化，半导体晶片不断地朝小体积、高电路密集度、快速、低耗电方向发展，集成电路现已进入超大规模集成电路（Ultra-Large-scale integration, ULSI）亚微米级的技术阶段。伴随着硅晶片直径的逐渐增大，元件内刻线宽度逐步缩小，金属层数的增多，因此半导体薄膜表面的高平坦化对器件的高性能、低成本、高成品率有着重要的影响，这导致对硅晶片表面的平整度要求将日趋严格。

目前，作为唯一能获得全局平面化效果的平整化技术化学机械抛光技术，化学机械平坦化（Chemical Mechanical Planarization, CMP）已经发展成集在线量测、在线终点检测、清洗等技术于一体的化学机械抛光技术，是集成电路向微细化、多层化、薄型化、平坦化工艺发展的产物。同时也是晶圆由 200mm 向 300mm 乃至更大直径过渡、提高生产率、降低制造成本、衬底全局平坦化所必需的工艺技术。

一方面，在晶圆进行 CMP 加工后，会在晶圆表面残留加工的移除物和抛光液，为了及时去除晶圆表面的污染物，CMP 设备需要搭配清洗设备使用。目前，主流的清洗设备的配置有晶圆垂直方式和晶圆水平方式，每种设备的清洗单元配置又不相同。垂直方式的清洗单元可以节省设备空间，兆声清洗和刷洗的工艺一致性更好，但是甩干过程中由于受重力影响，干燥效果不如水平方式，而水平方式的清洗单元又不利于污染物及时移出品圆表面。因此需要根据清洗单元和甩干单元的特性，综合考虑晶圆的放置方式，以及还要考虑晶圆放置方式的转换如何具体实现。另外，CMP 晶圆清洗设备一旦发生

故障时，已经完成抛光程序的晶圆如何确保安全存储，不致晶圆表面的清洁度受到影响也是一个需要考虑和解决的问题。

另一方面，在干燥晶圆的工艺中，一个基本要求就是使晶圆干燥，并且杜绝原来附着在溶液中的任何颗粒重新附着至晶圆的可能。为了使整个清洗模块达到较好的清洗效果，可以采用干燥单元是水平放置而其他几个清洗单元均是竖直放置的配置。在此种配置下，为了使晶圆从竖直状态转换成水平状态，晶圆传输机械手需提供翻转功能以配合完成这一工作。现有的清洗机械手中，一些是卡爪夹持臂未有旋转功能，只能有 Z 轴上下运动的单个自由度，通过晶圆卡爪端实现晶圆的翻转。但是此种实现方法需将机械手整体移动到干燥设备上方，卡爪夹持臂才能将已经晶圆卡爪翻转的晶圆置入干燥设备中，这种晶圆传输机械手整体位于干燥设备上方的置入过程，较易给最后道干燥工艺引入杂质颗粒，降低晶圆的洁净度。且晶圆传输机械手的横向行程贯穿整个清洗模块，长行程传输对传输效率也有一定的影响。

发明的公开

本发明的目的之一在于针对各种清洗单元的不同配置方案，提供相应的传输方式，并对现有晶圆清洗过程中当 CMP 晶圆清洗设备发生故障时，对于已经完成抛光的晶圆如何确保安全存储的问题提出一种解决方案，可以有效解决位于程序转换之间的晶圆的的安全存储问题。

本发明的目的之二在于提供一种晶圆传输机械手及其晶圆翻转方法，以实现晶圆在水平和竖直两种状态的转换来满足化学机械平坦化的工艺要求，并排除在干燥工艺中将晶圆传输机械手运动部件上的杂质颗粒散落到晶圆上的可能性。

为达到上述目的一，本发明提出的技术方案为一种 CMP 晶圆清洗设备，包括依次排列的清洗输入单元、兆声清洗单元、若干个刷洗单元、甩干单元，除此之外还包括传输机械手，传输机械手位于清洗设备的上方，传输机械手包括水平运动轴、垂直运动轴和若干晶圆抓取装置，可将晶圆在所述单元之间传输，靠近甩干单元侧的所述晶圆抓取装置自带晶圆翻转功能，可将晶圆抓取并翻转。

上述设备还包括抛光晶圆通道，其位于清洗输入单元和兆声清洗单元之

间，方便 CMP 步骤前的晶圆进入抛光区域时穿过清洗设备。

抛光晶圆通道和清洗输入单元中的晶圆托架均可以同时或单独移出，方便进行装载晶圆操作。

上述设备还包括缓冲单元，所述缓冲单元位于清洗输入单元的前方，可以临时存放若干片晶圆。

作为优选，在缓冲单元中可以临时存放 2-10 片晶圆。

在缓冲单元中设置喷水装置，防止晶圆未经清洗而干燥。

作为优选，清洗和刷洗过程中晶圆处于垂直方向，在甩干过程中晶圆处于水平方向。

当垂直甩干的工艺要求可以满足加工要求时，清洗、刷洗、甩干过程中晶圆均处于垂直方向。

传输机械手在清洗输入单元至甩干单元的方向上依次包括晶圆抓取装置一和晶圆抓取装置二。

在清洗容量允许的条件下，所述 CMP 晶圆清洗设备还包括独立的翻转机械手，以使靠近甩干单元侧的所述晶圆抓取装置省掉晶圆翻转功能，并用于将所述晶圆抓取装置中的晶圆抓取并翻转。

与现有技术相比，本发明具有以下有益技术效果：

1. 本发明引进的缓冲单元可以让整个清洗设备容错能力更强，晶圆清洗过程中，当 CMP 晶圆清洗设备发生故障时，对于已经完成抛光的晶圆就可以实现安全存储，也可以有效解决位于程序转换之间的晶圆的存储问题。

2. 本发明为更有效地利用设备的空间，CMP 晶圆清洗设备还可以包括抛光晶圆通道，位于清洗输入单元和兆声清洗单元之间，方便 CMP 步骤前的晶圆进入抛光区域时穿过清洗设备。

3. 根据晶圆清洗工艺要求的不同，各清洗单元可以全部为垂直方式，也可以将甩干单元变成水平方式。

4. 传输机械手通过采用将两套抓取装置集成在一套水平运动轴上的设计，提高了传输效率，避免了多套水平轴的设计可能存在的相互碰撞的隐患。

为达到上述目的二，本发明提供了一种晶圆传输机械手，用于化学机械平坦化设备的清洗模块中的晶圆传输，以将晶圆以竖直状态在清洗模块的清洗单元中完成清洗后取出，再通过翻转后以水平状态置入清洗模块的干燥单

元，其包括：

横向传输轴，仅位于所述清洗单元的一侧；

横向传输拖板，设置在所述横向传输轴上，并能够沿所述横向传输轴做横向运动；

第一垂直升降轴，设置在所述横向传输拖板上，并能够在所述横向传输拖板上做竖直运动；

旋转台，设置在所述第一垂直升降轴上；

第一卡爪夹持臂，与所述旋转台相连，并由所述旋转台驱动做旋转运动，用于对晶圆进行取放。

上述的晶圆传输机械手，其中，所述清洗单元和所述干燥单元安装有可开关的门，用于所述晶圆传输机械手对晶圆进行取放时的自动打开或关闭。

上述的晶圆传输机械手，其中，所述清洗单元包括：干燥前单元和清洗模块其他单元；所述干燥单元和清洗模块其他单元位于所述干燥前单元的两侧；所述干燥前单元采用竖直方向作业；所述干燥前单元内的晶圆由所述第一卡爪夹持臂传输至所述干燥单元；所述清洗模块其他单元为晶圆过渡单元、兆声清洗单元、刷洗单元中的一个或多个。

上述的晶圆传输机械手，其中，所述晶圆传输机械手还包括：至少一个第二垂直升降轴，设置在所述横向传输拖板上，并能够在所述横向传输拖板上做竖直运动；所述第一垂直升降轴位于所述第二垂直升降轴和所述干燥单元之间；每个所述第二垂直升降轴上还设置有第二卡爪夹持臂，用于与第一卡爪夹持臂配合进行清洗模块其他单元到干燥前单元之间的晶圆传送。

本发明还提供了一种上述晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，该方法包括晶圆置入步骤和机械手返回步骤；

所述晶圆置入步骤包括：所述第一卡爪夹持臂从所述清洗单元的干燥前单元中取出晶圆后，通过横向、竖直、旋转三个运动方向的联动或非联动动作实现晶圆从竖直状态翻转为水平状态，并将晶圆置入干燥单元；

所述机械手返回步骤包括：第一卡爪夹持臂将晶圆放置于所述干燥单元后，通过横向、竖直、旋转三个运动方向的联动或非联动动作由水平状态恢复为竖直状态，并返回原位置。

上述的晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，其中，所述晶圆置入步骤具体

包括：

所述第一卡爪夹持臂从所述干燥前单元中取出晶圆后，同时进行以下三个方向上的运动：横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向远离所述干燥单元的方向做横向运动，旋转台带动第一卡爪夹持臂向靠近所述干燥单元一侧旋转至晶圆达到水平状态，第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直运动至一定位置；

随后横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向靠近所述干燥单元的方向横向运动至晶圆位于干燥单元的上方；第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直向下运动至晶圆位于干燥单元内部指定机构；第一卡爪夹持臂松开晶圆，使晶圆位于干燥单元内部指定机构上。

上述的晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，其中，所述晶圆置入步骤具体包括：所述第一卡爪夹持臂从所述干燥前单元中取出晶圆后，横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向远离所述干燥单元的方向做横向运动；然后旋转台带动第一卡爪夹持臂向靠近所述干燥单元一侧旋转至晶圆达到水平状态；接着第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直运动至一定位置；随后横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向靠近所述干燥单元的方向横向运动至晶圆位于干燥单元的上方；第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直向下运动至晶圆位于干燥单元内部指定机构；第一卡爪夹持臂松开晶圆，使晶圆位于干燥单元内部指定机构上。

上述的晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，其中，所述晶圆置入步骤具体包括：所述第一卡爪夹持臂从所述干燥前单元中取出晶圆后，横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向远离所述干燥单元的方向做横向运动；然后旋转台带动第一卡爪夹持臂向靠近所述干燥单元一侧旋转至晶圆达到水平状态；随后横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向靠近所述干燥单元的方向横向运动至晶圆位于干燥单元的上方；第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直向下运动至晶圆位于干燥单元内部指定机构；第一卡爪夹持臂松开晶圆，使晶圆位于干燥单元内部指定机构上。

上述的晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，其中，所述晶圆置入步骤具体包括：所述第一卡爪夹持臂从所述干燥前单元中取出晶圆后，旋转台带动第一卡爪夹持臂向靠近所述干燥单元一侧旋转至晶圆达到水平状态；随后横向

传输拖板带动第一卡爪夹持臂横向运动至晶圆位于干燥单元的上方；第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直向下运动至晶圆位于干燥单元内部指定机构；第一卡爪夹持臂松开晶圆，使晶圆位于干燥单元内部指定机构上。

上述的晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，其中，所述机械手返回步骤具体包括：当晶圆被放置于干燥单元后，同时进行以下三个方向上的运动：横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向远离所述干燥单元的方向做横向运动；旋转台带动第一卡爪夹持臂向下旋转至第一卡爪夹持臂呈竖直状态；第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直向上运动至一定位置。

上述的晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，其中，所述机械手返回步骤具体包括：当晶圆被放置于干燥单元后，第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直向上运动至一定位置；然后横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向远离所述干燥单元的方向横向运动至一定位置；接着旋转台带动第一卡爪夹持臂向下旋转至第一卡爪夹持臂呈竖直状态。

上述的晶圆传输机械手的晶圆翻转方法，其中，所述机械手返回步骤具体包括：当晶圆被放置于干燥单元后，横向传输拖板带动第一卡爪夹持臂向远离所述干燥单元的方向横向运动至一定位置；然后第一垂直升降轴带动第一卡爪夹持臂竖直向上运动至一定位置；接着旋转台带动第一卡爪夹持臂向下旋转至第一卡爪夹持臂呈竖直状态。

相对于现有技术，本发明具有以下有益效果：

1. 本发明所提供的晶圆传输机械手设置于化学机械平坦化设备的清洗模块中，可以切实有效满足晶圆在水平和竖直两种状态的转换，符合实际生产需求，机械手翻转过程无需增加空间以供翻转，也不会对其他机构产生干扰，空间利用率高。

2. 本发明中晶圆传输机械手使干燥单元能够以作用效果最佳为目标来选择晶圆放置模式（竖直或水平放置），无需为了便于晶圆传输而使干燥单元的晶圆放置模式与清洗模块其余各单元一致。

3. 由于晶圆传输机械手的横向传输轴行程只到干燥前单元为止，行程紧凑，机械手翻转后向干燥单元置入晶圆过程中，横向传输拖板不会运行到干燥单元一侧，从而排除在干燥工艺中将晶圆传输机械手运动部件上的杂质颗粒散落到晶圆上的可能性。

附图的简要说明

图1为本发明晶圆清洗设备的结构图；

图2为晶圆清洗设备的立体效果图；

图3为本发明CMP晶圆清洗设备第一个实施例的立体效果图；

图4为本发明CMP晶圆清洗设备第二个实施例的立体效果图；

图5为本发明CMP晶圆清洗设备第三个实施例的立体效果图；

图6为本发明晶圆传输机械手一较佳实施例的结构示意图；

图7为本发明晶圆翻转方法中晶圆置入步骤实施例1的流程示意图；

图8为本发明晶圆翻转方法中晶圆置入步骤实施例2的流程示意图；

图9为本发明晶圆翻转方法中晶圆置入步骤实施例3的流程示意图；

图10为本发明晶圆翻转方法中晶圆置入步骤实施例4的流程示意图。

实现本发明的最佳方式

以下结合附图通过具体实施例对本发明作进一步的描述，这些实施例仅用于说明本发明，并不是对本发明保护范围的限制。

如图1和图2所示，本发明提供的用于CMP后清洗的晶圆清洗设备包括缓冲单元8、清洗输入单元1、抛光晶圆通道10、兆声清洗单元2、刷洗单元3、刷洗单元4、甩干单元5、传输机械手6和翻转机械手7。

CMP晶圆清洗设备中的缓冲单元8、清洗输入单元1、抛光晶圆通道10、兆声清洗单元2、刷洗单元3、刷洗单元4和甩干单元5依次排成一排。在清洗单元的上方设置一组传输机械手6。所述传输机械手6包括水平运动轴601、垂直运动轴602、晶圆抓取装置一603和晶圆抓取装置二604。

为方便CMP之前的晶圆进入抛光区域时容易穿过清洗单元，在清洗单元中设置有抛光晶圆通道10。抛光后的晶圆需要立即进行清洗，待清洗晶圆9首先被放至清洗输入单元1，为防止晶圆9在等待的过程中变干燥，清洗输入单元1中设计有喷水装置。

待下一个清洗单元兆声清洗单元2完成加工后，传输机械手6的晶圆抓取装置二604沿垂直运动轴602抓取清洗输入单元1中的晶圆9，晶圆抓取装置一603和晶圆抓取装置二604沿水平运动轴601传输到兆声清洗单元2

上方，晶圆抓取装置一 603 沿垂直运动轴 602 抓取兆声清洗单元 2 中的晶圆 9，晶圆抓取装置二 604 沿垂直运动轴 602 放置晶圆 9 至兆声清洗单元 2 中。

待下一个清洗单元刷洗单元 3 完成加工后，晶圆抓取装置一 603 和晶圆抓取装置二 604 沿水平运动轴 601 传输到刷洗单元 3 上方，晶圆抓取装置二 604 沿垂直运动轴 602 抓取刷洗单元 3 中的晶圆 9，晶圆抓取装置一 603 沿垂直运动轴 602 放置晶圆 9 至刷洗单元 3 中。

待下一个清洗单元刷洗单元 4 完成加工后，晶圆抓取装置一 603 和晶圆抓取装置二 604 沿水平运动轴 601 传输到刷洗单元 4 上方，晶圆抓取装置一 603 沿垂直运动轴 602 抓取刷洗单元 4 中的晶圆 9，晶圆抓取装置二 604 沿垂直运动轴 602 放置晶圆 9 至刷洗单元 4 中。

待下一个清洗单元甩干单元 5 完成加工后，翻转机械手 7 将抓取装置 603 中的晶圆 9 抓取并翻转放置甩干单元 5 中。晶圆 9 在甩干单元 5 中加工完毕后完成整个清洗流程，晶圆 9 被其他设备机械手取走。如此循环，进行晶圆 9 的清洗加工。

当清洗单元中的某一个或多个单元出现故障时，清洗输入单元 1 中的晶圆 9 将由抓取装置 604 放至缓冲单元 8 中。根据抛光设备的容量，缓冲单元可以设计成可容纳 2 至 10 片晶圆 9。

另外，本发明的 CMP 晶圆清洗设备一般还集成 CMP 抛光设备和设备前端单元模块（EFEM）。所述 CMP 晶圆清洗设备和 CMP 抛光设备之间设置有负责传输晶圆的机械手。

晶圆在 CMP 抛光设备中加工完成后，被机械手传输至本发明的清洗输入单元 1 中，在传输机械手 6 和翻转机械手 7 的参与下，晶圆 9 依次经过兆声清洗单元 2、刷洗单元 3、刷洗单元 4 和甩干单元 5，完成整个清洗流程，EFEM 中的机械手最后在甩干单元 5 中取走晶圆 9。

所述集成的 CMP 抛光设备可同时抛光 2 片以上数量不等的晶圆，为了防止本发明的 CMP 晶圆清洗设备发生故障后，抛光后的晶圆无法安全存储，在本发明的 CMP 晶圆清洗设备中设计有缓冲单元 8。根据集成的 CMP 抛光设备的加工容量不同，所述缓冲单元 8 中可以临时存放 2 片至 10 片晶圆，在缓冲单元 8 中设计有喷水装置，防止晶圆未经清洗而干燥。

作为实施例，如图 3 所示，清洗输入单元 1 和抛光晶圆通道 10 可以设

计成可以移动的方式。当 CMP 抛光设备中有晶圆需要清洗时，清洗输入单元 1 中的晶圆托架 11 移出槽体，进行装载晶圆操作，晶圆托架 11 装载晶圆后，回到清洗输入单元 1 中。同样的，需要进行抛光的晶圆，从 EFEM 单元放至抛光晶圆通道 10 中的晶圆托架 12 上，晶圆托架 12 可以移出相应距离，方便 CMP 抛光设备的机械手取走晶圆。清洗晶圆托架 11 和通道晶圆托架 12 的移动既可以是同时的，也可以设计成以相互独立方式移动。此种设计，可以缩短 CMP 抛光设备中机械手的行程，减少设备的占地面积。

作为第二个实施例，如图 4 所示，晶圆抓取装置一 603 可以设计成带晶圆翻转功能的方式。这样可以省掉一个翻转机械手，但是传输时间会有增加。在清洗容量允许的条件下可以采用此例。

作为第三个实施例，如图 5 所示，所有清洗单元设计成垂直方式，这样就避免了晶圆 9 在进入甩干单元 5 时进行翻转。晶圆传输单元机械结构简单，传输效率高。当垂直甩干的工艺要求可以满足加工要求时，可以采用此实施例。

如图 6 所示，本发明所提供的晶圆传输机械手用于化学机械平坦化设备的清洗模块中的晶圆 9 传输，以将晶圆 9 以竖直状态在清洗模块的清洗单元中完成清洗后取出，再通过翻转后以水平状态置入清洗模块的干燥单元 21。在一些较佳的实施例中，所述清洗单元和所述干燥单元 21 安装有可开关的气动门，用于所述晶圆传输机械手对晶圆 9 进行取放时的自动打开或关闭。

清洗模块的清洗单元包括：干燥前单元 20 和清洗模块其他单元；干燥单元 21 和清洗模块其他单元位于干燥前单元 20 的两侧；在一些较佳的实施例中，所述干燥前单元 20 可以选择刷洗单元，在该单元中晶圆 9 采用竖直方向作业；所述清洗模块其他单元可以为晶圆过渡单元、兆声清洗单元、刷洗单元中的一个或多个。清洗单元的具体设置可以根据实际生产的需要进行自由组合，以灵活适用各种情况。

在该实施例中，本发明所提供的晶圆传输机械手包括：横向传输轴 13、横向传输拖板 14、第一垂直升降轴 15、第二垂直升降轴 17、第一卡爪夹持臂 19 及第二卡爪夹持臂 18。

其中，横向传输拖板 14 设置在所述横向传输轴 13 上，并能够沿所述横向传输轴 13 做横向运动；横向传输轴 13 仅位于所述清洗单元一侧，以使得

横向传输拖板 14 不会运行到干燥单元 21 一侧，从而排除在干燥工艺中晶圆传输机械手运动部件上的杂质颗粒散落到晶圆 9 上的可能性。需要说明的是：横向传输轴 13 的位置仅需要满足横向传输拖板 14 不会运行到干燥单元一侧即可，至于横向传输轴 13 与清洗单元的空间相对位置并不做特别限定。横向传输轴 13 可以低于清洗单元，只需要满足晶圆传输机械手能够完成取放晶圆 9 即可。更优地，横向传输轴 13 布置于清洗单元的上方，以实现更优的布置方式。

横向传输拖板 14 上并排设置有第一垂直升降轴 15 和第二垂直升降轴 17，能够在所述横向传输拖板 14 上各自单独做竖直上下运动。其中所述第一垂直升降轴 15 上还设置有旋转台 16，用于驱动与其相连的第一卡爪夹持臂 19 做旋转运动。所述旋转台 16 的驱动形式为气动或电动。而所述第二垂直升降轴 17 直接与第二卡爪夹持臂 18 相连。所述第一卡爪夹持臂 19 与所述第二卡爪夹持臂 18 相比更靠近于所述干燥单元 21，用于将晶圆 9 从所述干燥前单元 20 传输至所述干燥单元 21。

而所述第二卡爪夹持臂 18 则用于将晶圆 9 从所述清洗模块其他单元传输至所述干燥前单元 20。该实施例设置第二卡爪夹持臂 18 是为了在第一卡爪夹持臂 19 从干燥前单元 20 中取出晶圆 9 之后，立即可以有待加工的晶圆 9 进入干燥前单元 20 内进行作业，以实现更高的生产效率。但在一些实施例中并没有该第二卡爪夹持臂 18 的设置，并不影响本发明所解决的技术问题以及所实现的技术效果，故本发明对第二卡爪夹持臂 18 的数量并没有限制，可以根据实际生产情况进行配制。

横向传输轴 13 布置在干燥前单元 20 一侧，清洗模块其他单元按图 6 所示顺序放置在横向传输轴 13 下方。第二卡爪夹持臂 18 可以通过第二垂直升降轴 17 进行 Z 轴方向的升降，第一卡爪夹持臂 19 可以通过旋转台 16 进行顺时针或者逆时针旋转，旋转台 16 通过第一垂直升降轴 15 进行 Z 轴方向的升降，横向传输拖板 14 通过横向传输轴 13 进行 X 轴方向的移动。干燥前单元 20 以及清洗模块其他单元都是干燥晶圆 9 的前道工艺单元，干燥单元 21 的作用是将清洗好的晶圆 9 进行表面干燥和洁净。晶圆传输机械手的作用是通过夹持晶圆 9 后的横向运动、竖直运动以及旋转运动来运送晶圆 9 到清洗模块各个单元中。

本发明还提供了一种上述晶圆传输机械手的晶圆 9 翻转方法，该方法包括晶圆 9 置入步骤和机械手返回步骤。

所述晶圆 9 置入步骤包括：所述第一卡爪夹持臂 19 从所述清洗单元中取出晶圆 9 后，通过横向、竖直、旋转三个运动方向的联动或非联动动作实现晶圆 9 从竖直状态翻转为水平状态，并将晶圆 9 置入干燥单元 21。

所述机械手返回步骤包括：第一卡爪夹持臂 19 将晶圆 9 放置于所述干燥单元 21 后，通过横向、竖直、旋转三个运动方向的联动或非联动动作由水平状态恢复为竖直状态，并返回原位置。

关于本发明所提供的基于上述晶圆传输机械手的晶圆 9 翻转方法，将从以下 7 个实施例进行具体说明。当然地，能够实现本发明上述晶圆 9 翻转方法的具体实施方案并不局限于下述的 7 个实施例。

实施例 1：

在第一卡爪夹持臂 19 沿 Z 轴方向运动从干燥前单元 20 中取出晶圆 9 后（如图 7 的①部分所示），如图 7 的②部分所示，横向传输拖板 14 向 X+方向运动，同时旋转台 16 带动晶圆 9 沿 A+顺时针旋转，以及第一垂直升降轴 15 携第一卡爪夹持臂 19 向 Z-方向向下运动，第一卡爪夹持臂 19 携晶圆 9 在 X+、A+、Z-三个方向上共同运动，共同协调完成晶圆 9 从竖直到水平的状态转换过程，如图 7 的③部分所示，晶圆 9 已达到水平状态。在晶圆 9 翻转期间，干燥单元 21 内部指定机构已做好晶圆 9 放入的准备。随后横向传输拖板 14 带动第一卡爪夹持臂 19 向 X-方向移动至晶圆 9 位于干燥单元 21 的上方（如图 7 的④部分所示）。第一卡爪夹持臂 19 在 Z-方向向下运动至晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构（如图 7 的⑤部分所示），第一卡爪夹持臂 19 松开晶圆 9，晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构上。

实施例 2：

在第一卡爪夹持臂 19 沿 Z 轴方向运动从干燥前单元 20 中取出晶圆 9 后（如图 8 的①部分所示），如图 8 的②部分所示，横向传输拖板 14 向 X+方向移动一段距离，然后旋转台 16 带动第一卡爪夹持臂 19 沿 A+顺时针旋转至一定角度使晶圆 9 达到水平状态（如图 8 的③和④部分所示）。接着第一垂直升降轴 15 携第一卡爪夹持臂 19 向 Z-方向向下运动一定的位置。在晶圆 9 翻转期间，干燥单元 21 内部指定机构已做好晶圆 9 放入的准备。随后横向传

输拖板 14 带动第一卡爪夹持臂 19 向 X-方向移动至晶圆 9 位于干燥单元 21 的上方(如图 8 的⑤部分所示)。第一卡爪夹持臂 19 在 Z-方向向下运动至晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构(如图 8 的⑥部分所示),第一卡爪夹持臂 19 松开晶圆 9,晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构上。以上步骤是各方向单独运动组合的结果。

实施例 3:

在第一卡爪夹持臂 19 沿 Z 轴方向运动从干燥前单元 20 中取出晶圆 9 后(如图 9 的①部分所示),如图 9 的②部分所示,横向传输拖板 14 向 X+方向移动一段距离,然后旋转台 16 带动第一卡爪夹持臂 19 沿 A+顺时针旋转至一定角度使晶圆 9 达到水平状态(如图 9 的③和④部分所示)。接着横向传输拖板 14 带动第一卡爪夹持臂 19 向 X-方向运动(如图 9 的⑤部分所示),随后第一垂直升降轴 15 携第一卡爪夹持臂 19 向 Z-方向向下运动至晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构(如图 9 的⑥部分所示)。最后第一卡爪夹持臂 19 松开晶圆 9,晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构上。

实施例 4:

在第一卡爪夹持臂 19 沿 Z 轴方向运动从干燥前单元 20 中取出晶圆 9 后(如图 10 的①部分所示),紧接着第一卡爪夹持臂 19 直接沿 A+顺时针旋转至一定角度使晶圆 9 达到水平状态(如图 10 的②部分所示),然后再根据不同卡爪夹持臂的实际长短,将横向传输拖板 14 进行 X+或 X-方向移动(微调),使晶圆 9 处于干燥单元 21 的正上方,随后第一垂直升降轴 15 携第一卡爪夹持臂 19 向 Z-方向向下运动至晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构。最后第一卡爪夹持臂 19 松开晶圆 9,晶圆 9 位于干燥单元 21 内部指定机构上。

当晶圆 9 被放置于干燥单元 21 内部指定机构后,机械手接着将返回原状态,可以采用以下实施例 5-7 的方案,以完成整个循环。

实施例 5:

放置晶圆 9 的动作可以选择实施例 1-4 中的任一方案,当晶圆 9 被放置于干燥单元 21 内部指定机构后,机械手接着将返回原状态,横向传输拖板 14 向 X+方向运动,旋转台 16 带动晶圆 9 沿 A-顺时针旋转,第一垂直升降轴 15 携第一卡爪夹持臂 19 向 Z+方向上升,第一卡爪夹持臂 19 在 X+、A-、Z+三个方向上共同运动,共同协调完成从水平到竖直状态的过程。

实施例 6:

放置晶圆 9 的动作可以选择实施例 1-4 中的任一方案,当晶圆 9 被放置于干燥单元 21 内部指定机构后,机械手接着将返回原状态,被横置的第一卡爪夹持臂 19 先往 Z+方向上升到一定高位,然后往 X+方向移动一定距离后,第一卡爪夹持臂 19 向 A-方向旋转直至恢复成竖直状态,完成整个循环。

实施例 7:

放置晶圆 9 的动作可以选择实施例 1-4 中的任一方案,当晶圆 9 被放置于干燥单元 21 内部指定机构后,机械手接着将返回原状态,被横置的第一卡爪夹持臂 19 先往 X+方向移动一定距离后,再往 Z+方向上升到一定高位,然后第一卡爪夹持臂 19 向 A-方向旋转直至恢复成竖直状态,完成整个循环。

总之,晶圆 9 置入可以是联动或非联动,机械手返回可以是联动或非联动,关于晶圆 9 置入的实施例 1-4 和关于机械手返回的实施例 5-7 可根据实际需要自由组合使用,以适应各种实际生产环境。

综上所述,本发明所提供的 CMP 晶圆清洗设备引进了缓冲单元,当 CMP 晶圆清洗设备发生故障时,对于抛光好的晶圆就可以实现安全存储,也可以有效解决位于程序转换之间的晶圆的存储问题。本发明所提供的晶圆传输机械手设置于化学机械平坦化设备的清洗模块中,可以切实有效满足晶圆在水平和竖直两种状态的转换,符合实际生产需求,机械手翻转过程无需增加空间以供翻转,也不会对其他机构产生干扰,空间利用率高。本发明中晶圆传输机械手使干燥单元能够以作用效果最佳为目标来选择晶圆放置模式(竖直或水平放置),无需为了便于晶圆传输而使干燥单元的晶圆放置模式与清洗模块其余各单元一致。由于晶圆传输机械手的横向传输轴行程只到干燥前单元为止,行程紧凑,机械手翻转后向干燥单元置入晶圆过程中,横向传输拖板不会运行到干燥单元一侧,从而排除在干燥工艺中晶圆传输机械手运动部件上的杂质颗粒散落到晶圆上的可能性。