晶圆传输系统、晶圆传输方法以及缺陷检测装置

技术领域

本发明涉及半导体设备领域，特别涉及一种晶圆传输系统、一种晶圆传输方法和一种缺陷检测装置。

背景技术

在半导体集成电路（IC）生产制造中，多种机台的晶圆传输都涉及到预对准系统的使用。目前使用比较广泛的是 PU 旋转台预对准系统，该预对准系统对于晶圆的中心位置和缺口位置的检测需要使晶圆旋转一周，来获取晶圆完整的边缘信息。虽然如此增加了数据量，但却未提高数据本身的采集精度，也就无法明显的提高晶圆预对准的精度，同时也降低了获得晶圆的中心偏差和缺口旋转偏差的效率。

目前，在晶圆的生产传输过程中，机械手将晶圆从片库传输到工件台之前，需将晶圆传输至预对准台进行预对准，现有的传输方案需在预对准台完成晶圆的中心偏差和缺口旋转偏差的补偿后，再通过机械手按照既定路径将晶圆传递到位于既定位置的工件台上，如此预对准台需具有对晶圆进行位置补偿的功能，增加了成本。

发明内容

本发明的目的之一是提供一种晶圆传输系统，能够利用现有的工件台或机械手对晶圆的上片偏差（即晶圆的中心偏差和缺口旋转偏差）进行补偿，不需要预定工位（例如为预对准台）具有补偿晶圆的上片偏差的功能，从而能够简化预对准台的机构复杂程度，有利于降低成本。本发明还提供一种晶圆传输方法和一种缺陷检测装置。

为了实现上述目的，本发明一方面提供一种晶圆传输系统。所述晶圆传输系统包括：

片库，用于存放晶圆；

机械手，用于从所述片库中取出所述晶圆，并将所述晶圆传输至预定工

位；

上片偏差检测模块，用于在所述预定工位处获取所述晶圆的上片偏差；以及

上片偏差补偿模块，基于所述上片偏差，计算所述晶圆在所述机械手和工件台的交接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置，所述机械手将所述晶圆从所述预定工位传输至所述交接工位，所述工件台从所述交接工位运载所述晶圆；或者，所述上片偏差补偿模块，基于所述上片偏差，计算所述机械手从所述预定工位到所述机械手和所述工件台的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆传输至所述工件台。

可选的，所述上片偏差检测模块用于获取位于所述预定工位上的所述晶圆的第一图像，且基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差。

可选的，所述上片偏差检测模块包括检测光源和相机，所述检测光源发出检测光至位于所述预定工位的所述晶圆，所述相机接收所述晶圆表面的反射光或者散射光得到所述第一图像。

可选的，所述上片偏差检测模块还包括检测台；所述检测台位于所述预定工位，所述机械手用于将所述晶圆从所述片库传输至位于所述预定工位的所述检测台。

可选的，所述检测台用于放置所述晶圆的表面具有至少三个预对准标记点；所述第一图像包括至少三个所述预对准标记点的图像。

可选的，所述上片偏差检测模块基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差包括：识别所述第一图像中的预对准标记点，根据至少三个所述预对准标记点在所述检测台上的实际物理位置关系，获得映射转换矩阵；利用所述映射转换矩阵将所述第一图像转换为俯视平面图，所述俯视平面图的中心与所述检测台的中心重合；以及基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆的上片偏差。

可选的，所述上片偏差检测模块还包括用于吸附所述检测台上的所述晶

圆的片叉，所述片叉用于吸附所述晶圆的表面具有至少三个预对准标记点；所述第一图像包括至少三个所述预对准标记点的图像。

可选的，所述上片偏差检测模块还包括片叉驱动机构，所述片叉驱动机构用于驱动所述片叉旋转，以对吸附于所述片叉上的晶圆进行正面或者背面的宏缺陷检测。

可选的，所述上片偏差检测模块基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差包括：识别所述第一图像中的预对准标记点，根据至少三个所述预对准标记点在所述片叉上的实际物理位置关系，获得映射转换矩阵；利用所述映射转换矩阵将所述第一图像转换为俯视平面图，所述俯视平面图的中心与所述片叉的中心重合；基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆的上片偏差。

可选的，所述上片偏差检测模块基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆的上片偏差包括：自动选择二值化阈值，对所述俯视平面图进行二值化处理，通过联通域面积筛选出所述俯视平面图中所述晶圆的区域；采用 Canny 算法提取所述晶圆的边缘信息，根据所述晶圆的边缘信息进行圆拟合，获得所述晶圆的中心在所述俯视平面图中的位置；获得所述俯视平面图中所述晶圆的中心与所述俯视平面图的中心的偏差像元数量；根据所述俯视平面图的像元尺寸和所述偏差像元数量，获得所述晶圆的中心偏差；根据所述俯视平面图中所述晶圆的中心位置，在所述晶圆的边缘截取若干张小图；使用 HOG 算法提取每张所述小图中的特征，利用 SVM 监督学习算法进行分类，输出存在缺口的小图；利用几何模板匹配算法在所述存在缺口的小图中定位所述晶圆的缺口位置，并将所述缺口位置转换到所述俯视平面图中；以及利用所述俯视平面图中所述晶圆的中心位置和缺口顶点位置，确定所述晶圆的缺口旋转偏差；所述晶圆的上片偏差包括所述晶圆的中心偏差和缺口旋转偏差。

可选的，所述上片偏差检测模块基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差包括：获取基准晶圆在所述预定工位处拍摄获得的基准图像，以及获取所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度，根据所述基准晶圆的中心坐标

和缺口旋转角度确定所述基准晶圆的基准上片偏差；以及获取所述第一图像中所述晶圆的中心坐标和缺口旋转角度，计算所述晶圆和所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度的差值，根据所述差值和所述基准上片偏差确定所述晶圆的上片偏差。

可选的，所述基准图像和所述第一图像的拍摄坐标系相同。

本发明的另一方面提供一种晶圆传输方法。所述晶圆传输方法包括：

步骤一，机械手从片库中取出晶圆，并将所述晶圆传输至预定工位；

步骤二，在所述预定工位处，获取所述晶圆的上片偏差；以及

步骤三，基于所述上片偏差，计算所述晶圆在所述机械手和工件台的交接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置，所述机械手将所述晶圆从所述预定工位传输至所述交接工位，所述工件台从所述交接工位运载所述晶圆；或者，所述上片偏差补偿模块，基于所述上片偏差，计算所述机械手从所述预定工位到所述机械手和工件台的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆传输至所述工件台。

本发明还提供一种缺陷检测装置。所述缺陷检测装置包括工件台、缺陷检测系统和上述的晶圆传输系统；其中，所述晶圆传输系统将晶圆传输至所述工件台，所述缺陷检测系统对所述工件台上的所述晶圆进行缺陷检测。

可选的，所述缺陷检测系统包括明场检测光源或者暗场检测光源，所述缺陷检测系统还包括探测器。

本发明提供的晶圆传输系统、晶圆传输方法和缺陷检测装置中，首先利用机械手将晶圆从片库传输至预定工位；然后在所述预定工位处，获取所述晶圆的上片偏差；在获得晶圆的上片偏差后，基于所述上片偏差，计算晶圆在机械手和工件台的交接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置（即基于所述位置偏差运动至偏差补偿后的位置），机械手将晶圆从预定工位传输至所述交接工位，工件台从所述交接工位运载所述晶圆；或者，在获得晶圆的上片偏差之后，基于所述上片偏差，计算机械手从预定工位到机械手和工件台的交接工位的上片路径，所述上片路

径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆传输至所述工件台，如此不需要预定工位（例如为预对准台）具有补偿晶圆的上片偏差的功能，从而能够简化预对准台的机构复杂程度，且利用现有的工件台或机械手进行上片偏差补偿，增强了工艺适应性与抗噪声干扰能力，降低了设备成本。

附图说明

图 1 为本发明一实施例的晶圆传输系统的示意图。

图 2 为本发明一实施例的晶圆传输系统传输晶圆的示意图。

图 3 为本发明一实施例的检测台的平面示意图。

图 4 为本发明另一实施例的晶圆传输系统传输晶圆的示意图。

图 5 为本发明一实施例中片叉的平面示意图。

附图标记说明：

10-片库；11-机械手；11a-叉体；11b-机械手本体；12-上片偏差检测模块；121-检测台；122-片叉；123-片叉驱动机构；13-上片偏差补偿模块；14-工件台；14a-吸盘；20-晶圆；30-预对准标记点；40-真空吸盘。

具体实施方式

以下结合附图和具体实施例对本发明提出的晶圆传输系统以及缺陷检测装置作进一步详细说明。根据下面说明，本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是，附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例，仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

如在本发明中所使用的，单数形式“一”、“一个”以及“该”包括复数对象，术语“或”通常是以包括“和/或”的含义而进行使用的，术语“若干”通常是以包括“至少一个”的含义而进行使用的，术语“至少两个”通常是以包括“两个或两个以上”的含义而进行使用的，此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，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。由此，限定有“第一”、“第二”、“第三”

的特征可以明示或者隐含地包括一个或者至少两个该特征，“一端”与“另一端”以及“近端”与“远端”通常是指相对应的两部分，其不仅包括端点，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。此外，如在本发明中所使用的，一元件设置于另一元件，通常仅表示两元件之间存在连接、耦合、配合或传动关系，且两元件之间可以是直接的或通过中间元件间接的连接、耦合、配合或传动，而不能理解为指示或暗示两元件之间的空间位置关系，即一元件可以在另一元件的内部、外部、上方、下方或一侧等任意方位，除非内容另外明确指出外。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

为了降低设备成本，本发明提供一种晶圆传输系统。图 1 为本发明一实施例的晶圆传输系统的示意图。如图 1 所示，所述晶圆传输系统包括片库 10、机械手 11、上片偏差检测模块 12 和上片偏差补偿模块 13。所述片库 10 用于存放晶圆。所述机械手 11 从所述片库 10 中取出所述晶圆，并将所述晶圆传输至预定工位。所述上片偏差检测模块 12 在所述预定工位处获取所述晶圆的上片偏差。所述上片偏差补偿模块 13 基于所述上片偏差，计算所述晶圆在所述机械手 11 和工件台的交接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置（即基于所述位置偏差运动至偏差补偿后的位置），所述机械手 11 将所述晶圆从所述预定工位传输至所述交接工位，所述工件台从所述交接工位运载所述晶圆；或者，所述上片偏差补偿模块 13 基于所述上片偏差，计算所述机械手 11 从所述预定工位到所述机械手 11 和所述工件台的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手 11 根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆传输至所述工件台。

图 2 为本发明一实施例的晶圆传输系统传输晶圆的示意图。参考图 2 所示，片库 10 用于存放晶圆 20。在晶圆传输系统传输晶圆 20 的过程中，机械

手 11 从所述片库 10 中取出所述晶圆 20，并将所述晶圆 20 传输至预定工位。所述机械手 11 可以包括叉体 11a 和位于叉体 11a 端部的机械手本体 11b。

在将晶圆 20 传输至预定工位处后，所述上片偏差检测模块 12 在所述预定工位处获取所述晶圆 20 的上片偏差。具体的，所述上片偏差检测模块 12 可以获取位于所述预定工位上的所述晶圆 20 的第一图像，且基于所述第一图像，计算所述晶圆 20 的上片偏差，所述晶圆 20 的上片偏差包括晶圆 20 的中心偏差和缺口旋转偏差，如此获取晶圆 20 的中心偏差和缺口旋转偏差不需要晶圆 20 旋转一周，有利于提高获取晶圆 20 的上片偏差的效率，进而提高晶圆 20 传输至工件台 14 上的效率。

所述上片偏差检测模块 12 可以包括检测光源（图中未示出）和相机（图中未示出），所述检测光源发出检测光至位于所述预定工位的所述晶圆 20，所述相机接收所述晶圆 20 表面的反射光或者散射光得到所述第一图像。晶圆 20 可以为硅片，但不限于此。

所述相机可以为面阵相机或线阵相机，面阵相机接收晶圆 20 表面的反射光或者散射光得到所述第一图像，或者线阵相机在晶圆 20 上扫描获取第一图像。

一些实施例中，所述预定工位可以为预对准台，但不限于此。

所述晶圆传输系统可以应用于缺陷检测装置，但不限于此。缺陷检测装置中的检测台（也可以称为宏观台）不具备旋转功能，在进行缺陷检测时，机械手吸附晶圆运动到检测台上，片叉带动晶圆转动以实现晶圆的正面或背面的宏观检测。由于本申请中不需要预对准台对晶圆 20 的上片偏差进行补偿，从而一些实施例中，如图 2 所示，所述上片偏差检测模块 12 还可以包括检测台 121，所述检测台 121 位于所述预定工位，所述机械手 11 将所述晶圆 20 从所述片库 10 传输至位于所述预定工位的所述检测台 121，如此以缺陷检测装置的检测台 121 作为获取第一图像的预定工位，而不需要设置额外的预对准台，有利于降低成本，但不限于此。在其它实施例中，可以以其它平台或位置作为获取第一图像的预定工位。

图 3 为本发明一实施例的检测台的平面示意图。一实施例中，如图 2 所

示，所述检测台 121 放置所述晶圆 20 的表面可以具有至少三个预对准标记点 30。至少三个预对准标记点 30 可以环绕设置在检测台 121 的晶圆放置区域外。为了便于后续计算检测台 121 的中心，至少三个预对准标记点 30 可以设置在以检测台 121 的中心为圆心的圆周上。检测台 121 的晶圆放置区域内设置有真空吸盘 40，用于吸附晶圆 20。所述第一图像可以包括至少三个所述预对准标记点 30 的图像，以便后续确定检测台 121 的中心。

在获得第一图像之后，所述上片偏差检测模块 12 基于所述第一图像，计算获取所述晶圆 20 的上片偏差可以包括：识别所述第一图像中的预对准标记点 30，根据至少三个所述预对准标记点 30 在所述检测台 121 上的实际物理位置关系，获得映射转换矩阵；利用所述映射转换矩阵将所述第一图像转换为俯视平面图；基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆 20 的上片偏差。为了便于计算晶圆 20 的中心偏差和缺口旋转偏差，可以使得所述俯视平面图的中心与所述俯视平面图中检测台 121 的中心重合，但不限于此。

图 4 为本发明另一实施例的晶圆传输系统传输晶圆的示意图。一实施例中，参考图 1 和图 4 所示，所述上片偏差检测模块 12 还可以包括用于吸附所述检测台 121 上的所述晶圆 20 的片叉 122。所述上片偏差检测模块 12 还可以包括片叉驱动机构 123，所述片叉驱动机构 123 驱动所述片叉 122 旋转，以对吸附于所述片叉 122 上的晶圆 20 进行正面或者背面的宏缺陷检测。

参考图 4 所示，晶圆传输系统将晶圆 20 传输至工件台 14 的流程中，机械手 11 首先从片库 10 中取出所述晶圆 20，并将所述晶圆 20 传输至预定工位，例如机械手 11 可以将晶圆 20 传输至检测台 121 上。然后，片叉 122 吸附预定工位上的晶圆 20，相机获取位于所述预定工位上的所述晶圆 20 的第一图像。接着，所述上片偏差检测模块 12 基于所述第一图像，计算获取所述晶圆 20 的上片偏差。

图 5 为本发明一实施例中片叉的平面示意图。如图 5 所示，片叉 122 吸附所述晶圆 20 的表面可以具有至少三个预对准标记点 30。至少三个预对准标记点 30 可以环绕设置在片叉 122 的晶圆放置区域外。为了便于后续计算片叉 122 的中心，至少三个预对准标记点 30 可以设置在以片叉 122 的中心为圆心

的圆周上。片叉122的晶圆放置区域内设置有真空吸盘40，用于吸附晶圆20。所述第一图像可以包括至少三个所述预对准标记点30的图像。

在获得所述第一图像之后，所述上片偏差检测模块12基于所述第一图像，计算获取所述晶圆20的上片偏差可以包括：识别所述第一图像中的预对准标记点30，根据至少三个所述预对准标记点30在所述片叉122上的实际物理位置关系，获得映射转换矩阵；利用所述映射转换矩阵将所述第一图像转换为俯视平面图；基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆20的上片偏差。为了便于计算晶圆20的中心偏差和缺口旋转偏差，可以使得所述俯视平面图的中心与所述俯视平面图中片叉122的中心重合。

上述在识别所述第一图像中的预对准标记点30之前，可以读取预对准标记点30的位置参数（即坐标），确定预对准标记点30在第一图像中的大概区域，以缩小预对准标记点30的检测范围，提高检测效率。

上述识别所述第一图像中的预对准标记点30的过程中，对于预对准标记点30设置在检测台121上的情况，可以通过自动阈值二值化和连通域筛选方式，识别检测台121上的预对准标记点30中心在第一图像中的位置；对于预对准标记点30设置在片叉122上的情况，可以通过自动阈值二值化和连通域筛选方式，识别片叉122上的预对准标记点30中心在第一图像中的位置。

在识别第一图像中的预对准标记点30之后，还可以更新预对准标记点30的位置参数，以供后续读取预对准标记点30的位置参数时使用。

上述上片偏差检测模块12基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆20的上片偏差可以包括：自动选择二值化阈值，对所述俯视平面图进行二值化处理，通过联通域面积筛选出所述俯视平面图中所述晶圆20的区域；采用Canny算法提取所述晶圆20的边缘信息，根据所述晶圆20的边缘信息进行圆拟合，获得所述晶圆20的中心在所述俯视平面图中的位置，即获得晶圆20的中心坐标（中心位置）；获得所述俯视平面图中所述晶圆20的中心与所述俯视平面图的中心的偏差像元数量，具体的，对于在检测台121上设置预对准标记点30的情况，为获取第一图像中晶圆20的中心与检测台121的中心的偏差像元数量，对于在片叉122上设置预对准标记点30的情况，为

获取第一图像中晶圆 20 的中心与片叉 122 的中心的偏差像元数量；根据所述俯视平面图的像元尺寸和所述偏差像元数量，获得所述晶圆 20 的中心偏差；根据所述俯视平面图中所述晶圆 20 的中心位置，在所述晶圆 20 的边缘截取若干张小图，还可以进行仿射变换，使得晶圆 20 的边缘方向保持一致；使用 HOG 算法提取每张所述小图中的特征，利用 SVM 监督学习算法进行分类，输出存在缺口的小图；利用几何模板匹配算法在所述存在缺口的小图中定位所述晶圆 20 的缺口位置，并将所述缺口位置转换到所述俯视平面图中；利用所述俯视平面图中所述晶圆 20 的中心位置和缺口顶点位置，确定所述晶圆 20 的缺口旋转角度，其中，根据晶圆 20 的中心和缺口顶点的连线的倾斜角确定晶圆 20 的缺口旋转角度，根据缺口旋转角度确定晶圆 20 的缺口旋转偏差，至此获得了所述晶圆 20 的上片偏差。需要说明的是，利用定心定向算法获得所述晶圆 20 的上片偏差的步骤不限于此。

另一实施例中，在机械手 11 将晶圆 20 传输至预定工位时，上片偏差检测模块 12 中的相机可以获取晶圆 20 的第一图像，这种情况下检测台 121 和片叉 122 上可以不设置预对准标记点，上片偏差检测模块 12 可以基于包括晶圆而不包括预对准标记点的第一图像，计算获得所述晶圆 20 的上片偏差。

具体的，所述上片偏差检测模块 12 基于所述第一图像，计算获取所述晶圆 20 的上片偏差可以包括：获取基准晶圆在所述预定工位处拍摄获得的基准图像，以及获取所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度，根据所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度确定所述基准晶圆的基准上片偏差；获取所述第一图像中所述晶圆 20 的中心坐标和缺口旋转角度，计算所述晶圆 20 和所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度的差值，根据所述差值和所述基准上片偏差确定所述晶圆 20 的上片偏差，晶圆 20 的上片偏差包括晶圆 20 的中心偏差和缺口旋转偏差。

需要说明的是，由于相机、检测光源、预定工位的位置固定，从而确定了一拍摄图像的坐标系，在同一预定工位、利用位置固定的相机和检测光源获取的第一图像和基准图像在同一坐标系中拍摄获得，即基准图像和第一图像的拍摄坐标系相同，因此，根据基准晶圆的基准上片偏差以及第一图像中

晶圆和基准图像中基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度的差值能够获得晶圆20的上片偏差。

其中，可以利用深度学习目标检测算法直接对第一图像进行缺口检测和定位，获得第一图像中晶圆 20 的中心坐标和缺口顶点坐标，根据晶圆 20 的中心坐标和缺口顶点位置可以计算出晶圆 20 的缺口旋转角度，但不限于此。还可以利用本领域公知的其它方法获得第一图像中晶圆20的中心坐标和缺口顶点坐标。

在获得晶圆 20 的上片偏差之后，上片偏差补偿模块 13 基于所述上片偏差，计算所述晶圆20在所述机械手 11 和所述工件台 14 的交接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置（基于所述位置偏差运动至偏差补偿后的位置），所述机械手 11 将所述晶圆 20 从所述预定工位传输至所述交接工位，工件台 14 从所述交接工位运载所述晶圆 20。本实施例中，所述工件台 14 上可以设置有微动台，工件台 14 运动至交接工位之后，参考图 2 所示，通过所述微动台进行 X 方向、Y 方向和 Rz 方向的运动，以补偿所述位置偏差，其中，X 方向和 Y 方向相互垂直且平行于所述工件台 14 的台面，Z 方向垂直于 X 方向和 Y 方向，Rz 方向的运动为以 Z 方向为旋转轴的转动。

或者，在获得晶圆 20 的上片偏差之后，上片偏差补偿模块 13 基于所述上片偏差，计算所述机械手从所述预定工位到所述机械手 11 和所述工件台 14 的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆 20 传输至工件台 14。其中，上片路径包括机械手 11 将晶圆 20 放置在交接工位上的具体位置，该具体位置为基于晶圆 20 的上片偏差进行补偿后的位置。

如图 2 和图 4 所示，工件台 14 中设置有吸盘 14a，用于吸附固定放置在工件台 14 上的晶圆 20。

本申请的晶圆传输系统中，片库 10 用于存放晶圆 20；机械手 11 将晶圆 20 从片库 10 传输至预定工位；然后上片偏差检测模块 12 在所述预定工位处获取所述晶圆 20 的上片偏差；在获得晶圆 20 的上片偏差后，上片偏差补偿

模块 13 基于所述上片偏差，计算所述晶圆 20 在所述机械手 11 和工件台 14 的交接工位的位置偏差，所述工件台 14 运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置，所述机械手 11 将所述晶圆 20 从所述预定工位传输至所述交接工位，所述工件台 14 从所述交接工位运载所述晶圆；或者，在获得晶圆的上片偏差之后，上片偏差补偿模块 13 基于所述上片偏差，计算所述机械手 11 从所述预定工位到所述机械手 11 和所述工件台 14 的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手 11 根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆 20 传输至所述工件台 14，如此不需要预定工位（例如为预对准台）具有补偿晶圆的上片偏差的功能，从而能够简化预对准台的机构复杂程度，且利用现有的工件台或机械手进行上片偏差补偿，增强了工艺适应性与抗噪声干扰能力，降低了设备成本。

本申请还提供一种晶圆传输方法，上述的晶圆传输系统运行时执行所述晶圆传输方法。具体的，所述晶圆传输方法包括：

步骤一，机械手从片库中取出晶圆，并将所述晶圆传输至预定工位；

步骤二，在所述预定工位处，获取所述晶圆的上片偏差；以及

步骤三，基于所述上片偏差，计算所述晶圆在所述机械手和工件台的交接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置，所述机械手将所述晶圆传输至所述交接工位，所述工件台从所述交接工位运载所述晶圆；或者，基于所述上片偏差，计算所述机械手从所述预定工位到所述机械手和工件台的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆传输至所述工件台。

应该理解的是，上述步骤一至步骤三的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段，这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

在所述预定工位处，获取所述晶圆的上片偏差的步骤可以包括：获取位

于所述预定工位上的晶圆的第一图像，且基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差。

所述预定工位可以为缺陷检测装置的检测台，但不限于此。

本申请提供一种缺陷检测装置。参考图 1、图 2 和图 4 所示，所述缺陷检测装置包括工件台 14、缺陷检测系统、以及上述的晶圆传输系统。

所述晶圆传输系统包括片库 10、机械手 11、上片偏差检测模块 12 和上片偏差补偿模块 13。

所述片库 10 用于存放晶圆 20。

所述机械手 11 从所述片库 10 中取出所述晶圆 20，并将所述晶圆 20 传输至预定工位。

所述上片偏差检测模块 12 在所述预定工位处获取所述晶圆 20 的上片偏差。

具体的，所述上片偏差检测模块 12 可以包括检测光源（图中未示出）和相机（图中未示出），所述检测光源发出检测光至位于所述预定工位的所述晶圆 20，所述相机获取位于所述预定工位上的所述晶圆 20 的第一图像，例如相机可以接收所述晶圆 20 表面的反射光或者散射光得到所述第一图像。在获得第一图像后，所述上片偏差检测模块 12 基于所述第一图像，计算所述晶圆 20 的上片偏差。

所述上片偏差检测模块 12 还可以包括检测台 121（也可以称为宏观台），所述检测台 121 不具备旋转功能，在进行缺陷检测时，机械手 11 将晶圆 20 传输至检测台 121 上，片叉 122 带动晶圆 20 转动以实现晶圆 20 的正面或背面的宏观检测。

由于本申请中不需要在所述预定工位（例如预对准台）对晶圆 20 的上片偏差进行补偿，从而可以以检测台 121 作为获取第一图像的预定工位，而不需要设置额外的预对准台，有利于降低成本。

所述上片偏差补偿模块 13 基于所述上片偏差，计算所述晶圆 20 在所述机械手 11 和工件台 14 的交接工位的位置偏差，所述工件台 14 运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置，所述机械手 11 将所述晶圆 20 从所述

预定工位传输至所述交接工位，所述工件台 14 从所述交接工位运载所述晶圆 20；或者，所述上片偏差补偿模块 13 基于所述上片偏差，计算所述机械手 11 从所述预定工位到所述机械手 11 和所述工件台 14 的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手 11 根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆 20 传输至所述工件台 14。

所述缺陷检测系统（图中未示出）对所述工件台 14 上的所述晶圆 20 进行缺陷检测。

具体的，所述缺陷检测系统可以包括明场检测光源或者暗场检测光源，所述缺陷检测系统还可以包括探测器。作为示例，明场检测光源发出的检测光照射到晶圆 20 的表面并产生反射光，探测器检测该反射光以检测晶圆 20 表面的缺陷；或者，暗场检测光源发出的检测光照射到晶圆 20 的表面并产生散射光，探测器检测该散射光以检测晶圆 20 表面的缺陷。

需要说明的是，本说明书采用递进的方式描述，在后描述的晶圆传输方法和缺陷检测装置重点说明的都是与在前描述的晶圆传输系统的不同之处，各个部分之间相同和相似的地方互相参见即可。

贯穿整个说明书中提及的“一实施例”、“另一实施例”、“一些实施例”或“本实施例”表示与实施例一起描述的特定部件、结构或特征包括在至少一个实施例中。因此，在贯穿整个说明书中的各个地方出现的短语“一实施例”、“另一实施例”、“一些实施例”或“本实施例”不是必须表示同样的实施例。

上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述，并非对本发明权利范围的任何限定，任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内，都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改，因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰，均属于本发明技术方案的保护范围。

权利要求

1．一种晶圆传输系统，其特征在于，所述晶圆传输系统包括：

片库，用于存放晶圆；

机械手，用于从所述片库中取出所述晶圆，并将所述晶圆传输至预定工位；

上片偏差检测模块，用于在所述预定工位处获取所述晶圆的上片偏差；以及

上片偏差补偿模块，基于所述上片偏差，计算所述晶圆在所述机械手和工件台的交接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置，所述机械手将所述晶圆从所述预定工位传输至所述交接工位，所述工件台从所述交接工位运载所述晶圆；或者，所述上片偏差补偿模块，基于所述上片偏差，计算所述机械手从所述预定工位到所述机械手和所述工件台的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆传输至所述工件台。

2．如权利要求 1 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块用于获取位于所述预定工位上的所述晶圆的第一图像，且基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差。

3．如权利要求 2 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块包括检测光源和相机，所述检测光源发出检测光至位于所述预定工位的所述晶圆，所述相机接收所述晶圆表面的反射光或者散射光得到所述第一图像。

4．如权利要求 2 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块还包括检测台；所述检测台位于所述预定工位，所述机械手用于将所述晶圆从所述片库传输至位于所述预定工位的所述检测台。

5．如权利要求 4 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述检测台用于放置所述晶圆的表面具有至少三个预对准标记点；所述第一图像包括至少三个

所述预对准标记点的图像。

6. 如权利要求 5 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差包括：

识别所述第一图像中的预对准标记点，根据至少三个所述预对准标记点在所述检测台上的实际物理位置关系，获得映射转换矩阵；

利用所述映射转换矩阵将所述第一图像转换为俯视平面图，所述俯视平面图的中心与所述检测台的中心重合；以及

基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆的上片偏差。

7. 如权利要求 4 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块还包括用于吸附所述检测台上的所述晶圆的片叉，所述片叉用于吸附所述晶圆的表面具有至少三个预对准标记点；所述第一图像包括至少三个所述预对准标记点的图像。

8. 如权利要求 7 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块还包括片叉驱动机构，所述片叉驱动机构用于驱动所述片叉旋转，以对吸附于所述片叉上的晶圆进行正面或者背面的宏缺陷检测。

9. 如权利要求 7 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差包括：

识别所述第一图像中的预对准标记点，根据至少三个所述预对准标记点在所述片叉上的实际物理位置关系，获得映射转换矩阵；

利用所述映射转换矩阵将所述第一图像转换为俯视平面图，所述俯视平面图的中心与所述片叉的中心重合；以及

基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆的上片偏差。

10. 如权利要求 6 或 9 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块基于所述俯视平面图，利用定心定向算法获得所述晶圆的上片偏差包括：

自动选择二值化阈值，对所述俯视平面图进行二值化处理，通过联通域面积筛选出所述俯视平面图中所述晶圆的区域；

采用 Canny 算法提取所述晶圆的边缘信息，根据所述晶圆的边缘信息进

行圆拟合，获得所述晶圆的中心在所述俯视平面图中的位置；

获得所述俯视平面图中所述晶圆的中心与所述俯视平面图的中心的偏差像元数量；

根据所述俯视平面图的像元尺寸和所述偏差像元数量，获得所述晶圆的中心偏差；

根据所述俯视平面图中所述晶圆的中心位置，在所述晶圆的边缘截取若干张小图；

使用 HOG 算法提取每张所述小图中的特征，利用 SVM 监督学习算法进行分类，输出存在缺口的小图；

利用几何模板匹配算法在所述存在缺口的小图中定位所述晶圆的缺口位置，并将所述缺口位置转换到所述俯视平面图中；以及

利用所述俯视平面图中所述晶圆的中心位置和缺口顶点位置，确定所述晶圆的缺口旋转偏差；所述晶圆的上片偏差包括所述晶圆的中心偏差和缺口旋转偏差。

11. 如权利要求 2 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述上片偏差检测模块基于所述第一图像，计算所述晶圆的上片偏差包括：

获取基准晶圆在所述预定工位处拍摄获得的基准图像，以及获取所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度，根据所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度确定所述基准晶圆的基准上片偏差；以及

获取所述第一图像中所述晶圆的中心坐标和缺口旋转角度，计算所述晶圆和所述基准晶圆的中心坐标和缺口旋转角度的差值，根据所述差值和所述基准上片偏差确定所述晶圆的上片偏差。

12. 如权利要求 11 所述的晶圆传输系统，其特征在于，所述基准图像和所述第一图像的拍摄坐标系相同。

13. 一种晶圆传输方法，其特征在于，包括：

步骤一，机械手从片库中取出晶圆，并将所述晶圆传输至预定工位；

步骤二，在所述预定工位处，获取所述晶圆的上片偏差；以及

步骤三，基于所述上片偏差，计算所述晶圆在所述机械手和工件台的交

接工位的位置偏差，所述工件台运动至所述交接工位并基于所述位置偏差调整位置，所述机械手将所述晶圆从所述预定工位传输至所述交接工位，所述工件台从所述交接工位运载所述晶圆；或者，所述上片偏差补偿模块，基于所述上片偏差，计算所述机械手从所述预定工位到所述机械手和工件台的交接工位的上片路径，所述上片路径包括对所述上片偏差的补偿，所述机械手根据所述上片路径运动至所述交接工位，并将所述晶圆传输至所述工件台。

14．一种缺陷检测装置，其特征在于，包括工件台、缺陷检测系统和如权利要求 1 至 12 中任一项所述的晶圆传输系统；其中，所述晶圆传输系统将晶圆传输至所述工件台，所述缺陷检测系统对所述工件台上的所述晶圆进行缺陷检测。

15．如权利要求 14 所述的缺陷检测装置，其特征在于，所述缺陷检测系统包括明场检测光源或者暗场检测光源，所述缺陷检测系统还包括探测器。