

同轴掩模对准装置、光刻设备及对准方法

技术领域

本发明涉及半导体设备技术领域，特别是涉及一种同轴掩模对准装置、光刻设备及对准方法。

背景技术

集成电路芯片生产过程中，为了实现光刻机期望的精度指标，需要精确建立光刻机各个坐标系间的关系，使掩模、掩模台、物镜、硅片、工件台能够建立统一的位置关系。通常可将光刻机中的对准系统分为掩模对准系统和工件对准系统两种。其中，在掩模对准系统的设计方案上，如先进封装光刻机、类光刻机，以及缺陷检测设备上，多采用机器视觉的原理。所配置掩模标记对准装置多布局在掩模版（掩模标记）上方，通过一定厚度的玻璃，对掩模标记进行成像探测；亦或者将掩模标记对准装置布局在掩模版（掩模标记）下方，直接对标记成像探测。

在现有的设备中布局在掩模版（掩模标记）上方时，需要传感器具备一定焦深，来适应掩模版制版厚度公差带来的不确定性离焦，就会导致为满足焦深需求而牺牲对准精度，或者增加镜头垂向调焦机构，导致结构复杂化；对于布局在掩模版（掩模标记）下方时，需要掩模台留出安装空间，使得掩模台体积增大，结构难度加大。

现有的 TFT 光刻机中采用曝光光源进行掩模对准，而封装光刻机的曝光光源照明剂量较大，若仍采用曝光光源进行掩模对准，会造成探测器损坏和测量精度降低；同时，现有的 TFT 光刻机在工件台中采用两套成像镜头和探测器对掩模标记进行成像和探测，结构复杂、成本较高。

发明内容

本发明的目的在于，提供一种同轴掩模对准装置、光刻设备及对准方法，解决掩模版厚度公差适应性问题，进一步提高对准效率并减少多次对准之间的测量误差。

为解决上述技术问题，本发明提供一种同轴掩模对准装置，用于实现掩模版和工件台的对准，包括：

照明模块，提供对准光束照射位于所述掩模版上的掩模对准标记；

投影物镜，位于所述掩模版下方，用于将所述掩模对准标记成像；

基准板，位于所述工件台上，用于承载基准参考标记；以及

图像探测和处理模块，位于所述基准板下方，且所述基准参考标记位于所述图像探测和处理模块的视场范围内，随着所述工件台相对于所述掩模版移动，所述图像探测和处理模块用于接收依次经过所述掩模对准标记、投影物镜及基准参考标记的对准光束，得到所述掩模对准标记与所述基准参考标记的成像，经过处理后得到所述掩模对准标记与所述基准参考标记的相对位置信息，用于所述掩模版与所述工件台对准。

可选的，所述掩模版上包括一组或多组所述掩模对准标记，且对应于每一组所述掩模对准标记设有一个相应的所述照明模块。

可选的，多组所述掩模对准标记共用一所述基准参考标记和图像探测和处理模块，所述图像探测和处理模块随着所述工件台相对于所述掩模版移动，接收经过所述投影物镜的对准光束，分别得到每组所述掩模对准标记与所述基准参考标记的相对位置信息。

可选的，对于所述的同轴掩模对准装置，所述图像探测和处理模块设置在所述工件台内。

可选的，对于所述的同轴掩模对准装置，所述基准参考标记位于所述图像探测和处理模块的最佳焦面处。

可选的，对于所述的同轴掩模对准装置，所述图像探测和处理模块包

括成像透镜组、探测器及处理单元。

可选的,对于所述的同轴掩模对准装置,所述探测器为 CCD 或 CMOS。

可选的,对于所述的同轴掩模对准装置,所述基准参考标记为反射式金属标记。

可选的,对于所述的同轴掩模对准装置,每个所述照明模块提供的对准光束的波长相同。

可选的,对于所述的同轴掩模对准装置,所述照明模块提供紫外波长光波的对准光束。

本发明还提供一种光刻设备,包括一同轴掩模对准装置,用于掩模版与工件台上的曝光对象之间的对准,所述同轴掩模对准装置采用如上所述的结构。

本发明还提供一种掩模对准方法,包括:

步骤 1、第一照明模块发出第一对准光束照射位于掩模版上的第一掩模对准标记,移动工件台,使经过投影物镜的第一对准光束入射到位于所述工件台上的基准参考标记;

步骤 2、位于所述基准参考标记下方的图像探测和处理模块接收依次经过所述第一掩模对准标记、投影物镜及基准参考标记的第一对准光束,得到所述第一掩模对准标记与所述基准参考标记的成像,经过处理后得到所述第一掩模对准标记与所述基准参考标记的第一相对位置信息;

步骤 3、第二照明模块发出第二对准光束照射位于所述掩模版上的第二掩模对准标记,移动所述工件台,使经过所述投影物镜的第二对准光束入射到所述基准参考标记;

步骤 4、所述图像探测和处理模块接收依次经过所述第二掩模对准标记、投影物镜及基准参考标记的第二对准光束,得到所述第二掩模对准标记与所述基准参考标记的成像,经过处理后得到所述第二掩模对准标记与

所述基准参考标记的第二相对位置信息，并结合所述第一掩模对准标记与所述基准参考标记的第一相对位置信息，进行所述掩模版与所述工件台的对准。

本发明还提供另一种掩模对准方法，包括：

步骤 1、第一照明模块发出第一对准光束照射位于掩模版上的第一掩模对准标记，同时，第二照明模块发出第二对准光束照射位于所述掩模版上的第二掩模对准标记，移动工件台，使经过投影物镜的第一对准光束入射到位于基准板上的基准参考标记；

步骤 2、位于所述基准参考标记下方的图像探测和处理模块接收依次经过所述第一掩模对准标记、投影物镜及基准参考标记的第一对准光束，得到所述第一掩模对准标记与所述基准参考标记的成像，经过处理后得到所述第一掩模对准标记与所述基准参考标记的第一相对位置信息；

步骤 3、移动所述工件台，使经过所述投影物镜的第二对准光束入射到所述基准参考标记；

步骤 4、所述图像探测和处理模块接收依次经过所述第二掩模对准标记、投影物镜及基准参考标记的第二对准光束，得到所述第二掩模对准标记与所述基准参考标记的成像，经过处理后得到所述第二掩模对准标记与所述基准参考标记的第二相对位置信息，并结合所述第一掩模对准标记与所述基准参考标记的第一相对位置信息，进行所述掩模版与所述工件台的对准。

可选的，对于所述的掩模对准方法，步骤 1 中，当经过投影物镜的第一对准光束入射到位于所述工件台上的基准参考标记时，所述第二对准光束偏离所述基准板。

可选的，对于所述的掩模对准方法，所述图像探测和处理模块设置在所述工件台上，并与所述基准板的边缘相距至少 $d \cdot M + \varphi/2$ 的距离，其中 d

表示所述第一掩模对准标记和第二掩模对准标记在掩模版上的间距， M 为所述投影物镜的倍率， ϕ 为光束经过所述投影物镜后在投影物镜焦面上的扩散光斑的直径。

与现有技术相比，本发明提供的同轴掩模对准装置、光刻设备及对准方法中，采用自带独立式照明，实现了小型化，可以埋入工件台内部，既解决了掩模版厚度公差的适应性问题，也避免了掩模对准装置结构的复杂化。同时，将基准参考标记与掩模对准标记一起成像并被图像探测和处理模块采集，实现了掩模对准标记与基准参考标记的同时测量，进一步提高了对准效率，减少了多次对准之间的测量误差。

附图说明

图 1 为本发明一个实施例的同轴掩模对准装置的结构示意图；

图 2 为同轴掩模对准装置中基准板与成像模块的结构示意图；

图 3 为本发明另一个实施例中掩模对准方法的流程图；

图 4 为本发明又一个实施例中掩模对准方法的流程图。

具体实施方式

下面将结合示意图对本发明的同轴掩模对准装置、光刻设备及对准方法进行更详细的描述，其中表示了本发明的优选实施例，应该理解本领域技术人员可以修改在此描述的本发明，而仍然实现本发明的有利效果。因此，下列描述应当被理解为对于本领域技术人员的广泛知道，而并不作为对本发明的限制。

为了清楚，不描述实际实施例的全部特征。在下列描述中，不详细描述公知的功能和结构，因为它们会使本发明由于不必要的细节而混乱。应当认为在任何实际实施例的开发中，必须做出大量实施细节以实现开发者

的特定目标，例如按照有关系统或有关商业的限制，由一个实施例改变为另一个实施例。另外，应当认为这种开发工作可能是复杂和耗费时间的，但是对于本领域技术人员来说仅仅是常规工作。

在下列段落中参照附图以举例方式更具体地描述本发明。根据下面说明和权利要求书，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。

以下列举所述同轴掩模对准装置、光刻设备及对准方法的较优实施例，以清楚说明本发明的内容，应当明确的是，本发明的内容并不限制于以下实施例，其他通过本领域普通技术人员的常规技术手段的改进亦在本发明的思想范围之内。

请参考图 1，其为本发明一个实施例的同轴掩模对准装置的结构示意图。如图所示，所述同轴掩模对准装置，用于实现掩模版 5 和工件台 12 的对准，包括：照明模块 A、B，提供对准光束以分别照射位于所述掩模版 5 上的掩模对准标记 6、7；投影物镜 8，位于所述掩模版 5 下方，用于将所述掩模对准标记 6、7 成像；基准板 9，位于所述工件台 12 上，用于承载基准参考标记 10；以及图像探测和处理模块 11，位于所述基准板 9 下方，且所述基准参考标记 10 位于所述图像探测和处理模块 11 的视场范围内，随着所述工件台 12 移动，当掩模对准标记 6 在照明模块 A 的照明下、经投影物镜 8 所成的像进入所述图像探测和处理模块 11 的视场范围内时(如图 1(a)所示)，所述图像探测和处理模块 11 用于接收依次经过所述掩模对准标记 6、投影物镜 8 及基准参考标记 10 的对准光束，得到所述掩模对准标记 6 与所述基准参考标记 10 的成像，经过处理后得到所述掩模对准标记 6 与所述基准参考标记 10 的第一相对位置信息，随着所述工件台 12 移动，当掩模对准标记 7 在照明模块 B 的照明下、经投影物镜 8 所成的像进入所述图像探

测和处理模块 11 的视场范围内时(如图 1(b)所示),所述图像探测和处理模块 11 用于接收依次经过所述掩模对准标记 7、投影物镜 8 及基准参考标记 10 的对准光束,得到所述掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的成像,经过处理后得到所述掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的第二相对位置信息,上述第一和第二位置信息用于所述掩模版 5 与所述工件台 12 对准。

所述掩模版 5 上包括一组或多组所述掩模对准标记,且一组所述掩模对准标记对应一个所述照明模块。例如在本发明的较佳实施例中,如图 1 所示,包括两组掩模对准标记,即第一掩模对准标记 6 和第二掩模对准标记 7,相应的,也包括了两个照明模块,即第一照明模块 A 和第二照明模块 B。

所述第一照明模块 A 包括光源 1,照明镜组 2,由光源 1 发出的光经过照明镜组 2 的处理后,产生第一对准光束,同样的,所述第二照明模块 B 包括光源 3,照明镜组 4,由光源 3 发出的光经过照明镜组 4 的处理后,产生第二对准光束。

优选的,第一照明模块 A 和第二照明模块 B 提供的对准光束的波长相同。例如,可以是提供紫外波长光波的对准光束。

进一步的,为了实现对准光束的产生和使用,每个所述照明模块还可以包括一光束控制快门(未图示),在需要时打开,使得对准光束照亮掩模版 5 等部件。

多组所述掩模对准标记 6、7 共用一投影物镜 8 且共用一所述基准参考标记 10 和图像探测和处理模块 11,所述图像探测和处理模块 11 随着所述工件台 12 移动,接收经过所述投影物镜 8 的对准光束,分别得到每组所述掩模对准标记 6、7 与所述基准参考标记 10 的相对位置信息。

优选的,所述图像探测和处理模块 11 设置在所述工件台 12 内。如图 2 所示,所述图像探测和处理模块 11 包括成像透镜组 111、探测器 112 及处

理单元 113。所述探测器 112 为 CCD 或 CMOS，可以实现对成像的实时采集。所述处理单元 113 在一单独的处理器中运行，所述处理器对采集到的成像进行处理，得到掩模对准标记 6、7 和基准参考标记 10 在视场中的像素位置，利用一物像转换矩阵得到对准位置，实现掩模版 5 与工件台 12 的对准。

所述基准参考标记 12 例如可以为反射式金属标记。在较佳选择中，所述基准参考标记 12 设置在一基准板 9 上，所述基准板 9 与所述图像探测和处理模块 11 集成在一起，且位于所述图像探测和处理模块 11 正上方。进一步的，如图 2 所示，所述基准参考标记 10 位于所述图像探测和处理模块 11 的最佳焦面处。

所述基准板 9 与所述图像探测和处理模块 11 设置于所述工件台 12 上，从而可以实现与工件台 12 的同步运动，进一步的，可以设置在所述工件台 12 的垂向运动台上（若存在），可以实现所述基准板 9 与所述图像探测和处理模块 11 位置的调节。并且，这样在获得基准参考标记 10 与掩模对准标记 6、7 的相对位置后，就能够获得工件台 12 的位置，进而设置于工件台 12 上的待加工产品 14 的位置能够得到保证。同时，如图 1 所示，所述同轴掩模对准装置还包括位于所述物镜 8 一侧的离轴对准镜头 13，所述基准版 9 上还提供了与离轴对准镜头 13 相匹配的离轴参考标记，所述离轴参考标记同样设置于所述基准版 9 上，可以是基准参考标记 10，或者也可以是基准版 9 上设置在其他位置的参考标记。

在这一基础上，本发明提供一种光刻设备，包括一同轴掩模对准装置，用于掩模版与曝光对象之间的对准，所述同轴掩模对准装置采用如上所述的结构。

下面对本发明另一实施例中的掩模对准方法进行详细介绍。请参考图 1 和图 3，所述掩模对准方法包括：

步骤 S11、第一照明模块 A 发出第一对准光束照射位于掩模版 5 上的第一掩模对准标记 6，移动工件台 12，使经过投影物镜 8 的第一对准光束入射到位于所述工件台 12 上的基准参考标记 10；

步骤 S12、位于所述基准参考标记 10 下方的图像探测和处理模块 11 接收依次经过所述第一掩模对准标记 6、投影物镜 8 及基准参考标记 10 的第一对准光束，得到所述第一掩模对准标记 6 与所述基准参考标记 10 的成像，经过处理后得到所述第一掩模对准标记 6 与所述基准参考标记 10 的第一相对位置信息；

步骤 S13、之后，第二照明模块 B 发出第二对准光束照射位于所述掩模版 5 上的第二掩模对准标记 7，再移动所述工件台 12，使经过所述投影物镜 8 的第二对准光束入射到所述基准参考标记 10；

步骤 S14、所述图像探测和处理模块 11 接收依次经过所述第二掩模对准标记 7、投影物镜 8 及基准参考标记 10 的第二对准光束，得到所述第二掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的成像，经过处理后得到所述第二掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的第二相对位置信息，并结合所述第一掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的第一相对位置信息，进行所述掩模版 5 与所述工件台 12 的对准。

下面，对本发明另一实施例中的掩模对准方法进行详细介绍。请参考图 1 和图 4，所述掩模对准方法包括：

步骤 S21、第一照明模块 A 发出第一对准光束照射位于掩模版 5 上的第一掩模对准标记 6，同时，第二照明模块 B 发出第二对准光束照射位于所述掩模版 5 上的第二掩模对准标记 7，并移动工件台 12，使经过投影物镜 8 的第一对准光束入射到位于基准板 12 上的基准参考标记 10；在本步骤 S21 中，当经过投影物镜 8 的第一对准光束入射到位于所述工件台 12 上的基准参考标记 10 时，所述第二对准光束偏离所述基准板 9。

步骤 S22、位于所述基准参考标记 10 下方的图像探测和处理模块 11 接收依次经过所述第一掩模对准标记 6、投影物镜 8 及基准参考标记 10 的第一对准光束，得到所述第一掩模对准标记 6 与所述基准参考标记 10 的成像，经过处理后得到所述第一掩模对准标记 6 与所述基准参考标记 10 的第一相对位置信息；

步骤 S23、再移动所述工件台 12，使经过所述投影物镜 8 的第二对准光束入射到所述基准参考标记 10，此时所述第一对准光束偏离所述基准板 9；

步骤 S24、所述图像探测和处理模块 11 接收依次经过所述第二掩模对准标记 7、投影物镜 8 及基准参考标记 10 的第二对准光束，得到所述第二掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的成像，经过处理后得到所述第二掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的第二相对位置信息，并结合所述第一掩模对准标记 7 与所述基准参考标记 10 的第一相对位置信息，进行所述掩模版 5 与所述工件台 12 的对准。

考虑到在进行其中一路对准光束的对准时，另一路对准光束也会经投影物镜 8 照射到的工件台 12 上。为了避免待加工产品 14 受对准光束（例如紫外光）的照射而发生曝光反应，需要在同轴掩模对准装置布局时，特别注意避免对准光束照射到待加工产品 14 上。这一布局的位置受工件台行程、第一掩模对准标记 6 和第二掩模对准标记 7 的间距 d 、投影物镜的倍率 M 三者共同影响。第一掩模对准标记 6 和第二掩模对准标记 7 的间距投影到投影物镜焦面上的对准光束中心距离为 $D=d*M$ ，另外还考虑到对准光束准直度约束，其投影到投影物镜焦面上后，存在一定扩散，记其扩散光斑直径为 φ ，则所述图像探测和处理模块 11 与所述基准板 9 边缘点相距至少 $d*M+\varphi/2$ 的距离。

与现有技术相比，本发明提供的同轴掩模对准装置、光刻设备及对准

方法中，通过为每套掩模对准标记配备独立的照明模块，只需采用单个图像探测和处理模块即可完成对准，实现了设备小型化，单个图像探测和处理模块设置于掩模版（掩模标记）下方且可以埋入工件台内部，既解决了掩模版厚度公差的适应性问题，也避免了掩模对准装置结构的复杂化。同时，将基准参考标记与掩模对准标记一起成像并被图像探测和处理模块采集，实现了掩模对准标记与基准参考标记的同时测量，进一步提高了对准效率，减少了多次对准之间的测量误差。

显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。