

一种键合对准系统、键合设备及键合方法

技术领域

本发明涉及半导体制造技术领域，尤其涉及一种键合对准系统、一种键合设备，以及一种键合方法。

背景技术

在半导体制造技术领域，采用键合技术可以实现半导体器件的三维集成。即通过将两个或者多个功能相同或者不同的半导体结构进行键合，可以提高芯片的性能。在此，键合制程可以按照键合对象区分，包括晶圆到晶圆（Wafer to wafer, W2W）键合、芯片到晶圆键合（Die to wafer, D2W）以及芯片到芯片键合（Die to Die, D2D）。

对于芯片到晶圆键合制程的对准步骤中，光学显微系统需要对芯片和晶圆的标靶成像，以计算二者对准偏差。现有技术中，采用在芯片的承载头上设计玻璃标靶的方式进行对准。玻璃标靶位于芯片同一平面的侧边，在玻璃标靶和芯片标靶位置标定完后，玻璃标靶就可以与晶圆正对位置的标靶进行标定。然而，由于两个标靶有一定的竖直距离，显微物镜景深无法覆盖，而且该距离会因芯片厚度不同而不同。适配不同芯片进行键合时，需要位移显微镜来对玻璃标靶和晶圆标靶进行成像。因此，该机械位移带来的重复性和精度误差，将会影响芯片和晶圆的键和精度。

为了克服现有技术存在的上述缺陷，本发明提供一种键合对准技术，利用简化的装置结构快速标定对准偏差量，从而提升键合对准的效率。

发明内容

以下给出一个或多个方面的简要概述以提供对这些方面的基本理解。此概述不是所有构想到的方面的详尽综览，并且既非旨在指出所有方面的关键性或决定性要素亦非试图界定任何或所有方面的范围。其唯一的目的是要以简化形式给出一个或多个方面的一些概念以为稍后给出的更加详细的描述之前序。

为了克服现有技术存在的上述缺陷，本发明提供一种键合对准系统、一种键合设备，以及一种键合方法，利用简化的装置结构快速标定对准偏差量，从而提

升键合对准的效率。

具体来说，根据本发明第一方面提供的键合对准系统包括：第一标靶，其上设有第一靶点，以标定晶圆的的第一位置；透明的第二标靶，位于所述第一标靶与图像采集装置之间，其上设有第二靶点，以标定待键合件的第二位置；所述图像采集装置，用于经由光学补偿组件采集带有所述第一靶点的第一图像，以及带有所述第二靶点的第二图像，以指示所述第一位置及所述第二位置之间的对准偏差量；以及所述光学补偿组件，位于所述第二标靶与所述图像采集装置之间，并包括多个光程区，其中，所述光学补偿组件将其第一光程区移动到所述图像采集装置与所述第一标靶之间，以供所述图像采集装置经由所述第一光程区聚焦所述第一标靶，所述光学补偿组件还将其第二光程区移动到所述图像采集装置与所述第二标靶之间，以供所述图像采集装置经由所述第二光程区聚焦所述第二标靶。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述多个光程区被设于一转盘，所述光学补偿组件通过旋转所述转盘，切换所述第一光程区和所述第二光程区。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述的键合对准系统还包括：显微物镜，其中，所述第二光程区为空区，所述图像采集装置经由所述显微物镜聚焦所述第二靶点，所述第一光程区中设有补偿所述第一标靶与所述第二标靶之间的光程差的光程片，以供所述图像采集装置经由所述显微物镜、所述光程片及所述第二标靶聚焦所述第一靶点。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述光程片采用平面玻璃，其折射率及厚度与所述光程差的关系被表示为： $l = d - d/n$ ，其中， l 为所述光程差， n 为所述光程片的折射率， d 为所述光程片的厚度。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述键合对准系统适配多种带有不同厚度的待键合件，所述转盘上设有多个具有对应的第一光程的第一光程区。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述第二靶点及所述待键合件靠近所述图像采集装置的第一表面，皆与所述图像采集装置保持适配所述第二光程区的第二光程，所述第一靶点适应所述待键合件远离所述图像采集装置的第二表面的位置，而与所述图像采集装置保持对应的第一光程，所述光学补偿组件被配置为：根据所述第一光程，将对应的第一光程区移动到所述图像采集装置与所述第一标靶之间，以供所述图像采集装置经由所述第一光程区聚焦所述第一标靶。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述待键合件的厚度介于30微米~800微米，其对应的第一光程区的光程片被根据折射率而分成多组，其中，各组所述光程片之间皆具有不同的折射率，而每组所述光程片皆具有相同的折射率及不同的厚度。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述第一标靶上设有多个所述第一靶点，所述第二标靶上设有多个对应的第二靶点，所述图像采集装置经由所述光学补偿组件采集带有多个所述第一靶点的第一图像，以及带有多个对应的第二靶点的第二图像，以提升对所述第一位置及所述第二位置的对准偏差量的探测精度。

此外，根据本发明第二方面提供的键合设备包括：如本发明第一方面中任一项所述的键合对准系统，用于检测待键合的晶圆的所述第一位置及待键合件的所述第二位置之间的对准偏差量；第一键合头，其上设有所述键合对准系统的第一标靶，用于吸附晶圆；以及第二键合头，其上设有所述键合对准系统的第二标靶，用于吸附待键合件，并配合所述第一键合头来补偿所述对准偏差量，以将所述晶圆的所述第一位置键合到所述待键合件的所述第二位置。

此外，根据本发明第三方面提供的键合方法包括以下步骤：经由如本发明第二方面所述的键合设备的第一键合头吸附待键合的晶圆，并经由其第二键合头吸附待键合件；将所述键合设备的键合对准系统的光学补偿组件的第一光程区移动到图像采集装置与所述第一键合头的第一标靶之间，以控制所述图像采集装置经由所述第一光程区聚焦所述第一标靶，并采集带有其第一靶点的第一图像；将所述光学补偿组件的第二光程区移动到所述图像采集装置与所述第二键合头的第二标靶之间，以控制所述图像采集装置经由所述第二光程区聚焦所述第二标靶，并采集带有其第二靶点的第二图像；根据所述第一靶点与所述第二靶点在对应图像中的位置差异，确定所述第一位置及所述第二位置之间的对准偏差量；以及经由所述第一键合头和/或所述第二键合头补偿所述对准偏差量，并将所述晶圆的所述第一位置键合到所述待键合件的所述第二位置。

附图说明

在结合以下附图阅读本公开的实施例的详细描述之后，能够更好地理解本发明的上述特征和优点。在附图中，各组件不一定是按比例绘制，并且具有类似的相关特性或特征的组件可能具有相同或相近的附图标记。

图1示出了根据本发明的一些实施例提供的键合对准系统的结构示意图。
图2示出了根据本发明的一些实施例提供的光程片成像的光路原理示意图。
图3示出了根据本发明的一些实施例提供的不同厚度光程片的光路原理图。
图4示出了根据本发明的一些实施例提供的键合方法的流程示意图。

附图标记：

10	第一标靶
20	第二标靶
201	待键合件
30	显微物镜
40	光程片
50	转盘

具体实施方式

以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭示的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。虽然本发明的描述将结合优选实施例一起介绍，但这并不代表此发明的特征仅限于该实施方式。恰恰相反，结合实施方式作发明介绍的目的是为了覆盖基于本发明的权利要求而有可能延伸出的其它选择或改造。为了提供对本发明的深度了解，以下描述中将包含许多具体的细节。本发明也可以不使用这些细节实施。此外，为了避免混乱或模糊本发明的重点，有些具体细节将在描述中被省略。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，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，或一体地连接；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。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。

另外，在以下的说明中所使用的“上”、“下”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“水平”、“垂直”应被理解为该段以及相关附图中所绘示的方位。此相对性的用语仅是为了方便说明之用，其并不代表其所叙述的装置需以特定方位来制造或运作，因此不应理解为对本发明的限制。

能理解的是，虽然在此可使用用语“第一”、“第二”、“第三”等来叙述各种组件、区域、层和/或部分，这些组件、区域、层和/或部分不应被这些用语限定，且这些用语仅是用来区别不同的组件、区域、层和/或部分。因此，以下讨论的第一组件、区域、层和/或部分可在不偏离本发明一些实施例的情况下被称为第二组件、区域、层和/或部分。

如上所述，在半导体制造技术领域，采用键合技术可以实现半导体器件的三维集成。即通过将两个或者多个功能相同或者不同的半导体结构进行键合，可以提高芯片的性能。在此，键合制程可以按照键合对象区分，包括晶圆到晶圆（Wafer to wafer, W2W）键合、芯片到晶圆键合（Die to wafer, D2W）以及芯片到芯片键合（Die to die, D2D）。

对于芯片到晶圆键合制程的对准步骤中，光学显微系统需要对芯片和晶圆的标靶成像，以计算二者对准偏差。现有技术中，采用在芯片的承载头上设计玻璃标靶的方式进行对准。玻璃标靶位于芯片同一平面的侧边，在玻璃标靶和芯片标靶位置标定完后，玻璃标靶就可以与晶圆正对位置的标靶进行标定。然而，由于两个标靶有一定的竖直距离，显微物镜景深无法覆盖，而且该距离会因芯片厚度不同而不同。适配不同芯片进行键合时，需要位移显微镜来对玻璃标靶和晶圆标靶进行成像。因此，该机械位移带来的重复性和精度误差，将会影响芯片和晶圆的键和精度。

为了克服现有技术存在的上述缺陷，本发明提供一种键合对准系统、一种键合设备，以及一种键合方法，利用简化的装置结构快速标定对准偏差量，从而提升键合对准的效率。

在一些非限制性的实施例中，本发明第一方面提供的键合对准系统可以配置于本发明第二方面提供的键合设备，本发明第三方面提供的键合方法可以基于本发明第二方面提供的键合设备实施。

具体来说，根据本发明第二方面提供的键合设备包括键合对准系统、第一键合头及第二键合头。

该键合对准系统用于检测待键合的晶圆的第二位置及待键合件的第三位置之间的对准偏差量。该第一键合头上设有该键合对准系统的第一标靶，用于吸附晶圆。该第二键合头上设有该键合对准系统的第二标靶，用于吸附待键合件，

并配合所述第一键合头来补偿所述对准偏差量，以将所述晶圆的所述第一位置键合到所述待键合件的所述第二位置。

请参考图1，图1示出了根据本发明的一些实施例提供的键合对准系统的结构示意图。

如图1所示，该键合对准系统包括第一标靶10、透明的第二标靶20（例如：玻璃材质）、图像采集装置及光学补偿组件。

该第一标靶10上设有第一靶点，以标定晶圆的所述第一位置。该透明的第二标靶20位于第一标靶10与图像采集装置之间，其上设有第二靶点，以标定待键合件201的第二位置。图像采集装置用于经由光学补偿组件采集带有第一靶点的第一图像，以及带有第二靶点的第二图像，以指示第一位置及第二位置之间的对准偏差量。该光学补偿组件位于第二标靶20与图像采集装置之间，并包括多个光程区。光学补偿组件将其第一光程区移动到图像采集装置与第一标靶10之间，以供图像采集装置经由第一光程区聚焦第一标靶10，光学补偿组件还将其第二光程区移动到图像采集装置与第二标靶20之间，以供图像采集装置经由第二光程区聚焦第二标靶20。

在一些实施例中，多个光程区被设于一转盘50，光学补偿组件通过旋转转盘50，切换第一光程区和第二光程区。

在一些实施例中，的键合对准系统还包括显微物镜30。第二光程区为空区，图像采集装置经由显微物镜30聚焦第二靶点，第一光程区中设有补偿第一标靶10与第二标靶20之间的光程差的光程片40，以供图像采集装置经由显微物镜30、光程片40及第二标靶20聚焦第一靶点。

请参考图2~图3，图2示出了根据本发明的一些实施例提供的光程片成像的光路原理示意图。图3示出了根据本发明的一些实施例提供的不同厚度光程片的光路原理图。

如图2所示，光程片40采用平面玻璃，以避免曲率透镜引入球差、色差、彗差等光学误差。该平面玻璃的折射率及厚度与光程差的关系被表示为：

$$l = d - d/n,$$

其中， l 为光程差， n 为光程片40的折射率， d 为光程片40的厚度。

如图3所示，键合对准系统适配多种带有不同厚度的待键合件201，转盘50上

设有多个具有对应的第一光程的第一光程区。

第二靶点及待键合件201靠近图像采集装置的第一表面，皆与图像采集装置保持适配第二光程区的第二光程，第一靶点适应待键合件201远离图像采集装置的第二表面的位置，而与图像采集装置保持对应的第一光程，光学补偿组件被配置为：根据第一光程，将对应的第一光程区移动到图像采集装置与第一标靶10之间，以供图像采集装置经由第一光程区聚焦第一标靶10。

在一些实施例中，待键合件201的厚度介于30微米~800微米，其对应的第一光程区的光程片40被根据折射率而分成多组。各组光程片40之间皆具有不同的折射率，而每组光程片40皆具有相同的折射率及不同的厚度，以适应大厚度范围。具体来说，该分组方式一方面可以避免过厚的光程片40吸收过多光能影响成像质量，另一方面可以均衡转盘50各位置的重量差异，以避免转盘50倾斜带来的对准误差。

在一些实施例中，待键合件201的厚度变化会对应地导致显微物镜30的焦点漂移的光程差。例如：针对第一厚度 t_1 （例如：40 μm ）的待键合件201，可以采用第一折射率为 n_1 （例如：1.52）、第一厚度为 d_1 （例如：117 μm ）的光程片40。针对第二厚度 t_2 （例如：600 μm ）的芯片，可以采用第二折射率为 n_2 （例如：1.51）、第二厚度为 d_2 （例如：1776 μm ）的光程片40。

在一些实施例中，第一标靶10上设有多个第一靶点，第二标靶20上设有多个对应的第二靶点，图像采集装置经由光学补偿组件采集带有多个第一靶点的第一图像，以及带有多个对应的第二靶点的第二图像，以提升对第一位置及第二位置的对准偏差量的探测精度。

以下将结合一些键合方法的实施例，描述上述键合对准系统及键合设备的工作原理。本领域的技术人员可以理解，这些键合方法的实施例，只是本发明提供的一些非限制性的实施方式，旨在清楚地展示本发明的主要构思，并提供一些便于公众实施的具体方案，而非用于限制该键合对准系统及键合设备的全部功能或全部工作方式。同样地，该键合对准系统及键合设备系统，也只是本发明提供的一些非限制性的实施方式，不对这些键合方法中各步骤的执行主体或执行顺序构成限制。

请参考图4，图4示出了根据本发明的一些实施例提供的键合方法的流程示意

图。

如图4所示，键合方法首先经由键合设备的第一键合头吸附待键合的晶圆，并经由其第二键合头吸附待键合件201。

将键合设备的键合对准系统的光学补偿组件的第一光程区移动到图像采集装置与第一键合头的第一标靶10之间，以控制图像采集装置经由第一光程区聚焦第一标靶10，并采集带有其第一靶点的第一图像；

将光学补偿组件的第二光程区移动到图像采集装置与第二键合头的第二标靶20之间，以控制图像采集装置经由第二光程区聚焦第二标靶20，并采集带有其第二靶点的第二图像；

根据第一靶点与第二靶点在对应图像中的位置差异，确定第一位置及第二位置之间的对准偏差量；以及

经由第一键合头和/或第二键合头补偿对准偏差量，并将晶圆的第一位置键合到待键合件201的第二位置。

综上，本发明提供的键合对准系统、键合设备，以及键合方法，可以利用简化的装置结构快速标定对准偏差量，从而提升键合对准的效率。

尽管为使解释简单化将上述方法图示并描述为一系列动作，但是应理解并领会，这些方法不受动作的次序所限，因为根据一个或多个实施例，一些动作可按不同次序发生和/或与来自本文中图示和描述或本文中未图示和描述但本领域技术人员可以理解的其他动作并发地发生。

提供对本公开的先前描述是为使得本领域任何技术人员皆能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对本领域技术人员来说都将是显而易见的，且本文中所定义的普适原理可被应用到其他变体而不会脱离本公开的精神或范围。由此，本公开并非旨在被限定于本文中所描述的示例和设计，而是应被授予与本文中所公开的原理和新颖性特征相一致的最广范围。

权利要求

1. 一种键合对准系统，其特征在于，包括：

第一标靶，其上设有第一靶点，以标定晶圆的第一位置；

透明的第二标靶，位于所述第一标靶与图像采集装置之间，其上设有第二靶点，以标定待键合件的第二位置；

所述图像采集装置，用于经由光学补偿组件采集带有所述第一靶点的第一图像，以及带有所述第二靶点的第二图像，以指示所述第一位置及所述第二位置之间的对准偏差量；以及

所述光学补偿组件，位于所述第二标靶与所述图像采集装置之间，并包括多个光程区，其中，所述光学补偿组件将其第一光程区移动到所述图像采集装置与所述第一标靶之间，以供所述图像采集装置经由所述第一光程区聚焦所述第一标靶，所述光学补偿组件还将其第二光程区移动到所述图像采集装置与所述第二标靶之间，以供所述图像采集装置经由所述第二光程区聚焦所述第二标靶。

2. 如权利要求1所述的键合对准系统，其特征在于，所述多个光程区被设于一转盘，所述光学补偿组件通过旋转所述转盘，切换所述第一光程区和所述第二光程区。

3. 如权利要求2所述的键合对准系统，其特征在于，还包括：

显微物镜，其中，所述第二光程区为空区，所述图像采集装置经由所述显微物镜聚焦所述第二靶点，所述第一光程区中设有补偿所述第一标靶与所述第二标靶之间的光程差的光程片，以供所述图像采集装置经由所述显微物镜、所述光程片及所述第二标靶聚焦所述第一靶点。

4. 如权利要求3所述的键合对准系统，其特征在于，所述光程片采用平面玻璃，其折射率及厚度与所述光程差的关系被表示为：

$$l = d - d/n,$$

其中， l 为所述光程差， n 为所述光程片的折射率， d 为所述光程片的厚度。

5. 如权利要求4所述的键合对准系统，其特征在于，所述键合对准系统适配多种带有不同厚度的待键合件，所述转盘上设有多个具有对应的第一光程的第一光程区。

6. 如权利要求5所述的键合对准系统，其特征在于，所述第二靶点及所述待键合件靠近所述图像采集装置的第一表面，皆与所述图像采集装置保持适配所述

第二光程区的第二光程，所述第一靶点适应所述待键合件远离所述图像采集装置的第二表面的位置，而与所述图像采集装置保持对应的第一光程，所述光学补偿组件被配置为：

根据所述第一光程，将对应的第一光程区移动到所述图像采集装置与所述第一标靶之间，以供所述图像采集装置经由所述第一光程区聚焦所述第一标靶。

7. 如权利要求5所述的键合对准系统，其特征在于，所述待键合件的厚度介于30微米~800微米，其对应的第一光程区的光程片被根据折射率而分成多组，其中，各组所述光程片之间皆具有不同的折射率，而每组所述光程片皆具有相同的折射率及不同的厚度。

8. 如权利要求1所述的键合对准系统，其特征在于，所述第一标靶上设有多个所述第一靶点，所述第二标靶上设有多个对应的第二靶点，所述图像采集装置经由所述光学补偿组件采集带有多个所述第一靶点的第一图像，以及带有多个对应的第二靶点的第二图像，以提升对所述第一位置及所述第二位置的对准偏差量的探测精度。

9. 一种键合设备，其特征在于，包括：

如权利要求1~8中任一项所述的键合对准系统，用于检测待键合的晶圆的所述第一位置及待键合件的第二位置之间的对准偏差量；

第一键合头，其上设有所述键合对准系统的第一标靶，用于吸附晶圆；以及

第二键合头，其上设有所述键合对准系统的第二标靶，用于吸附待键合件，并配合所述第一键合头来补偿所述对准偏差量，以将所述晶圆的所述第一位置键合到所述待键合件的第二位置。

10. 一种键合方法，其特征在于，包括以下步骤：

经由如权利要求9所述的键合设备的第一键合头吸附待键合的晶圆，并经由其第二键合头吸附待键合件；

将所述键合设备的键合对准系统的光学补偿组件的第一光程区移动到图像采集装置与所述第一键合头的第一标靶之间，以控制所述图像采集装置经由所述第一光程区聚焦所述第一标靶，并采集带有其第一靶点的第一图像；

将所述光学补偿组件的第二光程区移动到所述图像采集装置与所述第二键合头的第二标靶之间，以控制所述图像采集装置经由所述第二光程区聚焦所述第二标靶，并采集带有其第二靶点的第二图像；

根据所述第一靶点与所述第二靶点在对应图像中的位置差异，确定所述第一位置及所述第二位置之间的对准偏差量；以及

经由所述第一键合头和/或所述第二键合头补偿所述对准偏差量，并将所述晶圆的所述第一位置键合到所述待键合件的第二位置。