

一种检测设备及方法

技术领域

本发明涉及光学检测技术领域，具体而言，涉及一种检测设备及方法。

背景技术

晶圆缺陷检测是指检测晶圆中是否存在凹槽、颗粒、划痕等缺陷以及缺陷位置。晶圆缺陷检测应用十分广泛，做为芯片基底，晶圆上存在缺陷将可能导致上面制作的昂贵工艺失效，因此晶圆生产方常进行缺陷检测确保产品合格率，晶圆使用方也需要在使用前确定晶圆的缺陷程度以保证产品合格率；晶圆缺陷检测还常用于测试半导体仪器是否存在附加污染。

光学检测方法具有检测速度快、无附加污染的特点，被广泛地应用在了元件的缺陷检测中。然而，现有的用于检测晶圆缺陷的光学检测方法如光散射法在晶圆轴向（垂直于晶圆表面方向）上检测精度低。

发明内容

鉴于此，本发明的目的在于提供一种缺陷检测设备及方法，能够有效地改善现有技术在晶圆轴向上检测精度低的技术问题。

第一方面，本发明实施例提供了一种缺陷检测设备，包括：光产生调制装置和第一探测装置。光产生调制装置，用于产生第一偏振光和第二偏振光，使所述第一偏振光经待测元件的待测表面反射形成第一回波光，所述第二偏振光经待测元件表面反射形成第二回波光，并使所述第一回波光和所述第二回波光发生干涉，形成信号光，其中，所述第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量。第一探测装置，用于获取所述信号光的第一光强分布信息，所述第一探测装置包括两个以上探测器，所述两个以上探测器均为偏振探测器，且不同所述偏振探测器的偏振探测方向不同，或者，所述两个以上探测器包括无偏振探测器和至少一个偏振探测器。

进一步地，所述第一探测装置包括第一探测区，所述第一探测区用于对所述待测元件表面进行扫描；所述第一探测区包括多个第一探测单元区，所述多个第一探测单元区的排列方向与所述第一探测区在所述待测元件表

面的扫描方向不垂直，各个所述探测器用于分别探测不同所述第一探测单元区对应的所述待测表面反射回的信号光。

进一步地，所述多个第一探测单元区的排列方向平行于所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向。

进一步地，所述第一探测区为条形，所述第一探测区的延伸方向垂直于所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向。

进一步地，当所述待测元件的待测表面为圆形时，所述第一探测区沿着所述待测元件表面的径向延伸；所述第一探测区对所述待测元件待测表面的扫描方向垂直于所述待测表面的直径方向。

进一步地，所述第一偏振光和第二偏振光用于在所述待测元件表面形成探测光斑；在沿所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向上，所述探测光斑的尺寸大于或等于所述第一探测区的尺寸。

进一步地，每个所述偏振探测器均为偏振线探测器，所述无偏振探测器为线探测器。采用偏振线探测器有利于增加单次采样的检测面积，进一步提高检测效率。

进一步地，所述偏振探测器的个数为两个时，两个所述偏振探测器的偏振探测方向相互垂直。

进一步地，当所述第一探测装置包括三个及以上偏振探测器时，所述三个及以上偏振探测器包括第一偏振探测器、第二偏振探测器和第三偏振探测器，其中，所述第三偏振探测器和第一偏振探测器偏振探测方向之间的夹角等于 $360^\circ/n$ ， n 为大于等于 3 的整数， n 为偏振探测器的个数。采用三个以上的偏振探测器能够更精确地得到信号光的相位信息，以便得到更精确的高度测量结果。

进一步地，所述第一偏振探测器与第三偏振探测器的偏振探测方向垂直，所述第三偏振探测器与第二偏振探测器的偏振探测方向之间的夹角为 45° 。

进一步地，当所述第一探测装置包括无偏振探测器和至少一个偏振探测器时，所述偏振探测器的个数为两个及以上，其中两个偏振探测器的偏振探测方向之间的夹角为锐角或钝角。

进一步地，所述光产生调制装置包括：

第一光产生装置，用于产生第一偏振光和第二偏振光，所述第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量，所述第一偏振光经待测元件表面反射形成第一回波光，所述第二偏振光经待测元件表面反射形成第二回波光，并使所述第一回波光束和第二回波光束合束；

偏振控制器，用于调制所述第一回波光束和第二回波光束的偏振方向，以使得所述第一回波光束和第二回波光束发生干涉，形成信号光。

进一步地，所述第一光产生装置包括探测光产生模块和光束调整模块，所述探测光产生模块和所述光束调整模块耦合；

所述探测光产生模块用于产生第一探测光；

所述光束调整模块用于将所述第一探测光分成所述第一偏振光和第二偏振光，并使所述第一回波光束和第二回波光束合束。

进一步地，所述探测光产生模块包括第一光源和扩束整形装置，所述第一光源用于产生第一探测光，所述扩束整形装置用于控制所述待测元件表面的光斑形状和尺寸。

进一步地，所述光束调整模块包括双折射晶体。

进一步地，所述第一探测光为线偏振光、圆偏振光或椭圆偏振光。当探测光为线偏振光时，有利于简化后续的解调过程。

进一步地，所述缺陷检测设备还包括第一处理装置，所述第一探测装置与所述第一处理装置电连接。所述第一处理装置用于根据所述信号光的第一光强分布信息获取所述待测元件的缺陷信息。

进一步地，所述第一处理装置包括：

信号解调模块，用于根据所述信号光的第一光强分布信息获取信号光的初始信息；

噪声获取模块，用于对所述信号光的第一光强分布信息进行低通滤波处理，获取噪声信息；

目标信息获取模块，用于根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件的缺陷信息。

进一步地，所述初始信息包括信号光的初始相位信息，所述噪声信息

包括噪声相位信息。所述目标信息获取模块包括：目标相位获取子模块，用于对所述初始相位信息和所述噪声相位信息进行差值处理，获取目标相位信息；缺陷信息获取子模块，用于根据所述目标相位信息获取所述待测元件的缺陷信息。这样就可以滤除信号光中包含的相位噪声，有利于提高检测结果的准确性。

进一步地，所述目标信息获取模块还包括：缺陷标准库，缺陷标准库包括预设相位信息和预设缺陷信息，用于确定预设相位信息与预设缺陷信息之间的对应关系；所述缺陷信息获取子模块具体用于根据所述目标相位信息在所述缺陷标准库中进行查找，获取相应的预设缺陷信息，得到所述待测元件的缺陷信息。

进一步地，所述缺陷检测设备还包括：第二探测装置，用于收集所述待测元件表面的散射光，并获取所述散射光的第二光强分布信息；第二处理装置，用于根据所述第一光强分布信息获取所述待测元件的第一缺陷信息，根据所述第二光强分布信息获取所述待测元件的第二缺陷信息，并基于所述第一缺陷信息和所述第二缺陷信息得到所述待测元件的目标缺陷信息。这样就可以实现双通道检测，有利于在提高缺陷检测的纵向精度的基础上，提高横向分辨率。

进一步地，上述缺陷检测设备还包括：第二光产生装置，用于产生第二探测光，并使所述第二探测光经所述待测元件表面散射，形成所述散射光。

第二方面，本发明实施例还提供了一种缺陷检测方法，应用于上述第一方面提供的缺陷检测装置，所述方法包括：通过光产生调制装置产生第一偏振光和第二偏振光，并使所述第一偏振光经待测元件的待测表面反射形成第一回波光，所述第二偏振光经所述待测表面反射形成第二回波光，其中，所述第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量；通过所述光产生调制装置使所述第一回波光和所述第二回波光发生干涉，形成信号光；通过第一探测装置获取所述信号光沿多个不同偏振方向的光强信息，或者获取所述信号光总的光强信息以及至少沿一个偏振方向的光强信息。

进一步地，当所述第一探测装置包括第一探测区，所述第一探测区包

括多个第一探测单元区时；所述方法还包括：控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面扫描，并重复形成信号光和获取光强信息的步骤。

进一步地，所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面的扫描方向与所述多个第一探测单元区的排列方向相同。

进一步地，获取所述第一光强信息的步骤包括：通过所述第一探测装置对所述信号光的光强进行采样，相邻两次采样的时间间隔内，所述第一探测区扫描的距离为扫描步长，相邻所述第一探测单元区中心之间的距离等于所述扫描步长的整数倍。

进一步地，相邻所述第一探测单元区中心之间的距离等于所述扫描步长。

进一步地，所述控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面扫描的步骤包括：控制所述待测元件的待测表面沿与所述扫描方向相反的方向移动。

进一步地，所述控制所述待测元件的待测表面沿与所述扫描方向相反的方向移动的步骤包括：控制所述待测元件绕垂直于所述待测表面的转轴旋转。所述控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测元件表面扫描的步骤还包括：当所述待测表面绕所述转轴旋转一周之后或者在所述待测表面绕所述转轴旋转的过程中，控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面形成的光斑沿所述待测表面的直径方向移动。

进一步地，当光产生调制装置包括第一光源和扩束整形装置时，所述产生第一偏振光和第二偏振光的步骤包括：通过所述第一光源产生第一探测光，以基于所述第一探测光形成第一偏振光和第二偏振光；通过所述扩束整形装置调整所述第一偏振光和第二偏振光在待测元件的待测表面所形成的光斑形状和尺寸，使在沿所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向上，所述探测光斑的尺寸大于或等于所述第一探测区的尺寸。

进一步地，将所述第一探测装置获取到的所述信号光沿多个不同偏振方向的光强信息，或者所述信号光总的光强信息以及至少沿一个偏振方向的光强信息作为所述信号光的第一光强分布信息。获取到所述第一光强分布信息之后，所述方法还包括：根据所述信号光的第一光强分布信息，获

取所述待测元件的缺陷信息。

进一步地，所述根据所述信号光的第一光强分布信息，获取所述待测元件的缺陷信息包括：根据所述第一光强分布信息获取信号光的初始信息；对所述第一光强分布信息进行低通滤波处理，获取噪声信息；根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件的缺陷信息。

进一步地，所述初始信息包括信号光的初始相位信息，所述噪声信息包括噪声相位信息。所述根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件的第一缺陷信息包括：对所述初始相位信息和所述噪声相位信息进行差值处理，获取目标相位信息；根据所述目标相位信息获取所述待测元件的缺陷信息。

进一步地，所述根据所述目标相位信息获取所述待测元件的缺陷信息，包括：根据所述目标相位信息，在预先配置的缺陷标准库中进行查找相应的预设缺陷信息，得到待测元件表面的第一缺陷信息，其中，所述缺陷标准库包括多个预设相位信息与相应预设缺陷信息之间的对应关系。

本发明实施例提供的缺陷检测设备，通过第一探测装置待测元件表面反射的第一回波光和第二回波光发生干涉后形成的信号光，得到待测元件上各采样位置对应的信号光在不同偏振方向上的强度分布，以进一步根据该强度分布得到信号光的相位分布，从而得到待测元件的缺陷分布数据。其中，第一探测装置包括两个以上偏振探测器，或者无偏振探测器和至少一个偏振探测器，通过第一探测装置能够有效地实现信号光的偏振态分析，实现待测元件在纵向（垂直于被测表面方向）上的高精度检测，且可靠性好，稳定性高，检测速度快。

为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，

在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

图 1 为本发明第一实施例提供的缺陷检测设备的一种结构示意图；

图 2 为本发明第一实施例提供的一种第一探测装置的第一探测区示意图；

图 3 为本发明第一实施例提供的一种探测装置的结构示意图；

图 4 为本发明第一实施例提供的一种检测结果（包含相位噪声）的相位分布示意图；

图 5 为本发明第一实施例提供的一种信号预处理过程示意图；

图 6 为本发明第一实施例提供的一种检测结果（滤除相位噪声）的相位分布示意图；

图 7 为本发明第一实施例提供的缺陷检测设备的另一种结构示意图；

图 8 为本发明第二实施例提供的一种元件缺陷检测方法的流程图；

图 9 为本发明第二实施例提供的一种应用场景下晶圆的扫描轨迹示意图。

图中：缺陷检测设备 1，2；探测光产生模块 10；第一光源 101；扩束整形装置 102，74；偏振片 103；光束调整模块 20；第一分束器 201；双折射晶体 202；物镜 203；偏振控制器 30；第一探测装置 40；第一探测器 41；第二探测器 42；第三探测器 43；第四探测器 44；载物台 50；待测元件 60；待测表面 600；扫描轨迹 601；目标区域 602；第二光产生装置 71；第二探测装置 72；第二分束器 73；第一滤光片 75；第二滤光片 76；会聚透镜 77。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本

发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本发明的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设置”、“连接”、“耦合”应做广义理解。例如，连接可以是固定连接，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。两个器件之间耦合，表示由其中一个器件出射的光入射到另一个器件。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。

如图 1 所示，本发明第一实施例提供了一种缺陷检测设备 1，包括：光产生调制装置和第一探测装置 40。需要说明的是，本缺陷检测设备 1 适用的待测元件 60 可以为晶圆，也可以是其他元件如镀膜光学元件等。

其中，光产生调制装置，用于产生第一偏振光和第二偏振光，使第一偏振光经待测元件 60 的待测表面反射形成第一回波光，第二偏振光经待测元件 60 表面反射形成第二回波光，并使第一回波光和第二回波光发生干涉，形成信号光。其中，第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量。且于本发明一实施例中，第一偏振光和第二偏振光的传播方向也一致。

具体来讲，光产生调制装置可以包括：第一光产生装置和偏振控制器 30，第一光产生装置与偏振控制器 30 耦合，偏振控制器 30 与第一探测装置 40 耦合。其中，第一光产生装置，用于产生上述的第一偏振光和第二偏

振光，使第一偏振光经待测元件 60 表面反射形成第一回波光，第二偏振光经待测元件 60 表面反射形成第二回波光，并使第一回波光束和第二回波光束合束后入射到偏振控制器 30。偏振控制器 30，用于调制第一回波光束和第二回波光束的偏振方向，第一回波光束和第二回波光束发生干涉，形成信号光。

具体来讲，如图 1 所示，第一光产生装置包括探测光产生模块 10 和光束调整模块 20，探测光产生模块 10 和光束调整模块 20 之间耦合。其中，探测光产生模块 10 用于产生第一探测光。光束调整模块 20 用于将第一探测光分成上述第一偏振光和第二偏振光，使得第一偏振光和第二偏振光垂直入射到待测元件 60 的待测表面，并将第一偏振光经待测元件 60 反射形成的第一回波光和第二偏振光经待测元件 60 反射形成的第二回波光合束，使得合束后的第一回波光和第二回波光入射到偏振控制器 30。具体的，探测光产生模块 10 产生的第一探测光进入光束调整模块 20，经光束装置模块处理形成上述第一偏振光和第二偏振光，入射到待测元件 60 的待测表面。第一偏振光经待测元件 60 反射形成的第一回波光和第二偏振光经待测元件 60 反射形成的第二回波光，经光束调整模块 20 合束后进入偏振控制器 30。

本实施例中，第一探测光可以为单色光如 532nm 波长，光斑形状以及尺寸可以根据具体需要设置，与探测装置的探测区域适配。例如，可以采用圆光斑或矩形光斑等。作为一种可选的实施方式，探测光产生模块 10 产生的第一探测光为线偏振光。当然，在本发明的其他实施例中，第一探测光也可以是圆偏振光或椭圆偏振光，具体可以根据需要设置。

作为一种可选的实施方式，探测光产生模块 10 可以包括：第一光源 101、扩束整形装置 102 和偏振片 103。其中，第一光源 101 用于产生初始光束。扩束整形装置 102 用于将初始光束扩束整形为预设尺寸以及预设形状的第一光束，以调节所形成的第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 表面的光斑尺寸和形状。偏振片 103 用于调整第一光束的偏振态，形成具有预设偏振态的第二光束，从而控制所形成的第一偏振光和第二偏振光的偏振态。具体的，第一光源 101 发出的初始光束入射到扩束整形装置 102，经扩束整形装置 102 的扩束、整形处理后形成第一光束。第一光束入射到偏

振片 103，由偏振片 103 出射的第二光束即为第一探测光。

需要说明的是，本实施例提供的缺陷检测设备 1 对第一光源 101 单色性要求不高。因此，本实施例中，第一光源 101 可以采用激光器，或者，第一光源 101 也可以包括 LED 光源和窄带滤波片，LED 光源发出的光束通过窄带滤波片滤波后形成初始光束。

扩束整形装置 102 可以由一个或多个透镜以及光阑组成，具体结构可以根据实际采用的第一光源 101 以及所需要的光斑形状和尺寸设置。本实施例中，经过扩束整形装置 102 之后的光斑形状可以为线光斑或矩形光斑，以方便对待测元件 60 的线区域进行检测。当然，在本发明的其他实施例中，经过扩束整形装置 102 之后的光斑也可以为其他形状，如圆光斑或方形光斑等。

偏振片 103 具体可以根据第一偏振光和第二偏振光的偏振态需求设置。于本发明一实施例中，偏振片 103 可以将扩束整形装置 102 出射的光束调整为偏振方向与偏振片 103 的光轴夹角为 45 度的线偏振光。当然，在本发明其他实施例中，偏振片 103 可以将扩束整形装置 102 出射的光束调整为其他方向的线偏振光，例如，与偏振片 103 的光轴夹角为 30 度的线偏振光、与偏振片 103 的光轴夹角为 60 度的线偏振光等，具体可以根据需要设置。

另外，在本发明的其他实施例中，当第一光源 101 产生的初始光束对应的第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 表面的光斑形状和尺寸均可以满足需求时，则不需要对第一光源 101 发出的初始光束进行扩束和整形。此时，探测光产生模块 10 也可以不包括上述的扩束整形装置 102，仅包括第一光源 101 和偏振片 103 即可。或者，当第一光源 101 产生的初始光束对应的第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 表面的光斑面积较大，可以满足需求，如第一光源 101 包括 LED 光源和窄带滤波片时，则不需要再对其发出的初始光束进行扩束，只需要将光斑形状整形为需要的形状即可，此时探测光产生模块 10 可以包括：光源、光束整形组件和偏振片 103，其中，光束整形组件可以采用光阑，用于对第一光源 101 发出的初始光束的光斑形状进行整形。

于本发明一实施例中，上述第一偏振光和第二偏振光可以均为线偏振光，且偏振方向相互垂直。此时，光束调整模块 20 具体可以包括双折射晶体 202 和物镜 203，如图 1 所示。

其中，双折射晶体 202 用于基于双折射效应，将第一探测光分为具有微小夹角且偏振方向相互垂直的两束线偏振光。由于晶体材料各向异性，这两束折射光线的夹角大小与光波的传播方向以及偏振状态有关。为了尽量减小两束折射光线的夹角，使得第一偏振光和第二偏振光的横向剪切量尽量小，从而提高检测精度。作为一种实施方式，双折射晶体 202 可以采用 Nomarski 棱镜。当然，在本发明的其他实施例中，也可以采用其他适用的双折射晶体 202。需要说明的是，当探测光的振动方向与光轴夹角为 45 度角方向时，第一偏振光和第二偏振光的光强相等，有利于简化后续的信号处理。

物镜 203 可以由一个或多个透镜组成，用于将由双折射晶体 202 出射的两束传播方向具有微小夹角、且偏振方向相互垂直的线偏振光转化为两束具有预设剪切量的平行光，即为上述的第一偏振光和第二偏振光。

当然，为了合理布置光路，光束调整模块 20 除了包括双折射晶体 202 和物镜 203 以外，还可以包括第一分束器 201，如图 1 所示。本实施例中，第一分束器 201 可以采用半透半反镜。

作为一种实施方式，第一分束器 201、双折射晶体 202 和物镜 203 依次设置于探测光产生模块 10 与待测元件 60 之间的光传播路径上。此时，探测光产生模块 10 产生的第一探测光经第一分束器 201 入射到双折射晶体 202，被分成具有微小夹角且偏振方向相互垂直的两束线偏振光，两束线偏振光继续通过物镜 203 后，形成上述的第一偏振光和第二偏振光，入射到待测元件 60 表面。第一偏振光经待测元件 60 表面反射形成第一回波光，第二偏振光经待测元件 60 表面反射形成的第二回波光，第一回波光和第二回波光沿原路返回，经物镜 203 进入双折射晶体 202，在双折射晶体 202 中重新复合共线后，透过第一分束器 201 入射到偏振控制器 30。可以理解的是，由待测元件 60 反射回的第一回波光和第二回波光重新复合共线后，各自的偏振方向保持不变。

本实施例中，偏振控制器 30 用于调节上述的第一回波光和第二回波光的偏振方向。所述第一回波光和第二回波光发生干涉，形成信号光。具体的，偏振控制器 30 调节入射的复合光的偏振方向，能够简化后续通过第一光强分布信息获取第一回波光和第二回波光的计算复杂度，提高检测效率和精度。本实施例中，偏振控制器 30 可以采用四分一波片、二分之一波片或者四分一波片和二分之一波片的组合等。

例如，当由待测元件 60 反射回的第一回波光和第二回波光为偏振方向相互垂直的线偏振光，且偏振控制器 30 采用四分一波片时，当复合光的偏振方向和四分一波片的光轴面成 45 度角时，复合光中所包含的第一回波光和第二回波光分别转换为不同方向旋转的圆偏振光，即左旋光和右旋光。

本实施例中，第一探测装置 40 用于获取通过光产生调制装置形成的信号光的第一光强分布信息。具体的，第一探测装置 40 包括两个以上探测器。

如图 2 所示，第一探测装置 40 包括第一探测区。第一探测区是指第一探测装置 40 的工作面即光敏面投射在待测元件 60 的待测表面的区域，即光敏面经第一探测装置 40 与待测元件 60 之间的光学器件在待测表面所成的像所在区域。需要说明的是，图 2 示出的投射关系示意图仅为示意，第一探测装置 40 与待测元件 60 之间还设置有其他光学器件，如物镜 203、光折射晶体、偏振控制器 30 等。第一探测区内的待测表面反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光能够被第一探测装置 40 的工作面接收。具体来讲，由于第一探测装置 40 包括两个以上探测器，第一探测区也相应包括多个第一探测单元区，一个探测器对应于一个第一探测单元区。在检测过程中的同一时刻，各个探测器分别探测不同第一探测单元区内的待测表面反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光。

例如，如图 2 所示，假设第一探测装置 40 包括第一探测器 41、第二探测器 42、第三探测器 43 和第四探测器 44，第一探测器 41 对应于第一探测单元区 P1，第二探测器 42 对应于第一探测单元区 P2，第三探测器 43 对应于第一探测单元区 P3，第四探测器 44 对应于第一探测单元区 P4。则在同一时刻，第一探测器 41 用于探测第一探测单元区 P1 内的待测表面 600

反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光，第二探测器 42 用于探测第二探测单元区 P2 内的待测表面 600 反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光，第三探测器 43 用于探测第三探测单元区 P3 内的待测表面 600 反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光，第四探测器 44 用于探测第四探测单元区 P4 内的待测表面 600 反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光。

检测时，需要控制第一探测区 401 在待测元件 60 的待测表面 600 扫描，使得待测表面 600 同一检测区域反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光，随着扫描时间的先后依次被每个探测器接收，也就是使得待测表面 600 同一检测区域对应的信号光在各探测器的工作面上扫描。例如，当需要检测待测元件 60 的待测表面 600 某预设检测区域的缺陷情况时，需要控制第一探测区 401 沿预设轨迹对该检测区域进行扫描，使得每个探测器均能获取到该检测区域反射回的第一回波光和第二回波光所形成的信号光。

具体来讲，控制第一探测区 401 在待测元件 60 的待测表面扫描的方式可以为：在光路搭建好后，保持第一偏振光和第二偏振光的入射位置以及第一探测装置 40 的位置不变，控制待测元件 60 沿预设轨迹运动，从而使得第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 的待测表面形成的探测光斑对待测表面进行扫描，也即使得第一探测装置 40 对应的第一探测区 401 对待测表面进行扫描。当然，在本发明的其他实施方式中，也可以在光路搭建好、且放置好待测元件 60 后，保持待测元件 60 不动，同步控制第一偏振光和第二偏振光的入射位置以及第一探测区 401 相对于待测元件 60 的待测表面运动，使得第一探测区 401 对待测表面进行扫描。

可以理解的是，在扫描过程中，为了使得每个探测器均能接收到待测元件 60 表面的预设检测区域对应的信号光，上述多个第一探测单元区的排列方向与第一探测区 401 在待测元件 60 表面的扫描方向应不垂直。作为一种可选的实施方式，上述多个第一探测单元区的排列方向平行于第一探测区 401 对待测元件 60 表面的扫描方向，以便于各探测器在扫描过程中能更好地接收预设检测区域对应的信号光，从而提高检测效率。

具体的，本实施例中，所述第一探测器 41、第二探测器 42、第三探测器 43 和第四探测器 44 的排列方向与多个第一探测单元区的排列方向相同，则所述第一探测器 41、第二探测器 42、第三探测器 43 和第四探测器 44 的排列方向平行于所述第一探测区 401 对待测元件 60 表面的扫描方向。

为了进一步提高检测效率，作为一种可选的实施方式，第一探测装置 40 所对应的第一探测区为条形，且第一探测区包括的多个第一探测单元区也均为条形。第一探测区的延伸方向垂直于第一探测区对所述待测元件 60 表面的扫描方向。这样就能够增加一次扫描所能检测到的元件区域，从而提高检测效率。

当待测元件 60 的待测表面为圆形时，第一探测区沿着待测元件 60 表面的径向延伸。此时，第一探测区在待测元件 60 的待测表面的扫描方向垂直于待测表面的直径方向。

检测时，第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 的待测表面形成探测光斑，该探测光斑应覆盖或部分覆盖第一探测装置 40 对应的第一探测区。作为一种可选的实施方式，在沿第一探测区对待测元件 60 表面的扫描方向上，探测光斑的尺寸大于或等于第一探测区的尺寸。例如，第一探测区为长条形时，探测光斑的形状为长方形，当第一探测区对待测元件 60 表面的扫描方向与探测光斑的宽度方向一致时，探测光斑的宽度大于或等于第一探测区的宽度。

探测光斑的尺寸大于或等于第一探测区的尺寸能够使第一探测装置 40 所包括的各探测器同时获取不同第一探测单元区反射的信号光的光强，从而能够提高检测效率。

作为一种可选的方式，上述两个以上探测器均为偏振探测器，每个偏振探测器用于探测信号光特定偏振方向的强度，且不同偏振探测器的偏振探测方向不同。需要说明的是，偏振探测方向是指偏振探测器能够探测到的光的偏振方向。因此，两个以上偏振探测器可以用于获取由偏振控制器 30 出射的信号光在不同偏振方向上的强度。通过两个以上的偏振探测器探测信号光在不同偏振方向的强度分布，即可以进一步根据该强度分布得到信号光的相位值，从而根据信号光的相位值得到待测元件 60 表面的高度分

布。可以理解的是，待测元件 60 上第一偏振光和第二偏振光的照射位置间的高度差将改变反射光相位值，因此，待测元件 60 表面的高度分布将影响信号光的相位分布。

本实施例中，可以通过在光电探测器上方加入微刻阵列构成偏振探测器，微刻阵列用于使得信号光特定偏振方向的分量通过，从而实现特定偏振方向的信号光从微刻阵列起偏通过被探测器接收。不同偏振探测器中的微刻阵列的透振方向不同，从而使得不同偏振探测器能够获取信号光不同偏振方向上的强度。

第一探测装置 40 具体包括的偏振探测器数量以及各偏振探测器的偏振探测方向可以根据元件缺陷检测需求确定。例如，第一探测装置 40 可以包括两个偏振探测器、三个偏振探测器或四个偏振探测器等。

需要说明的是，当第一探测装置 40 包括两个偏振探测器时，两个偏振探测器的偏振探测方向相互垂直。此时，无法辨别缺陷类型是凸起还是凹陷（即无法辨别相位符号），采用三个或三个以上的偏振探测器则可以辨别缺陷类型。因此，于本发明一实施例中，第一探测装置 40 可以包括三个以上偏振探测器。当第一探测装置 40 包括三个及以上偏振探测器时，三个及以上偏振探测器至少包括第一偏振探测器、第二偏振探测器和第三偏振探测器。其中，第三偏振探测器和第一偏振探测器偏振探测方向之间的夹角等于 $360^\circ/n$ ， n 表示偏振探测器的个数，且 n 为大于等于 3 的整数。作为一种可选的实施方式，第一偏振探测器与第三偏振探测器的偏振探测方向垂直，第三偏振探测器与第二偏振探测器的偏振探测方向之间的夹角为 45° ，这样有利于简化后续的相位解调。

例如，在本发明的一种应用场景中，第一探测装置 40 包括四个偏振线探测器，偏振探测方向分别为 0 度、45 度、90 度和 135 度，如图 3 所示。

为了进一步提高检测效率，于本发明一实施例中，每个偏振探测器均采用偏振线探测器，即利用偏振线探测器阵列实现信号光在不同偏振方向的强度测量。这样有利于增加单次采样的检测面积，进一步提高检测效率。相应的，本实施例中，在垂直于第一探测单元区排列方向上，所述探测光斑的尺寸大于等于所述第一探测区的尺寸，能够增加探测效率。

可以理解的是，每个偏振线探测器由多个偏振探测单元组成。例如，当一个偏振探测单元的工作面形状为正方形即对应的第一探测单元区的形状也为正方形时，一个偏振线探测器的工作面为由多个正方形区域线性排列组成的区域。当待测元件 60 的检测区域为圆形时，如当待测元件 60 为晶圆时，偏振线探测器的工作面沿着晶圆的径向延伸。当然，在本发明的其他实施例中，每个偏振探测器也可以由一个偏振探测单元组成。具体的，可以在单个的光电探测单元上方加上一个或多个微刻单元构成一个偏振探测单元，该微刻单元也用于使得信号光特定偏振方向的分量通过，被对应的光电探测单元接收。需要说明的是，上述的微刻阵列可以由多个微刻单元组成。

作为另一种可选的方式，上述第一探测装置 40 包括无偏振探测器和至少一个偏振探测器。需要说明的是，无偏振探测器是指能够获取任意偏振方向的光束的强度信息的探测器；偏振探测器是指仅能获取特定偏振方向的光束的强度信息的探测器。其中，偏振探测器的个数可以为一个，假设该偏振探测器的偏振探测方向为 α ，通过该偏振探测器获取的一检测区域对应的信号光的光强信息以及无偏振探测器所获取的该检测区域对应的信号光在 α 偏振方向上的光强信息，就能够得到该检测区域对应的信号光在与 α 正交的 β 偏振方向上的光强信息，从而根据该检测区域对应的信号光在 α 偏振方向上的光强信息以及在 β 偏振方向上的光强信息，就可以得到该检测区域对应的信号光的相位信息，从而得到该检测区域的缺陷情况。当然，偏振探测器的个数也可以为两个及以上，此时，当两个偏振探测器的偏振探测方向之间的夹角为锐角或钝角时，能够辨别缺陷类型是凸起还是凹陷。

另外，当第一探测装置 40 包括无偏振探测器和至少一个偏振探测器时，为了提高检测效率，每个偏振探测器均为偏振线探测器，且无偏振探测器也为线探测器。

另外，可以理解的是，对待测元件 60 进行检测时，需要将待测元件 60 放置于载物台 50 上。作为一种可选的实施方式，如图 1 所示，本发明实施例提供的缺陷检测设备 1 还包括载物台 50，用于放置待测元件 60。进一

步地，为了实现对待测元件 60 的线扫描，作为一种扫描方式，载物台 50 可以不仅用于放置待测元件 60，还可以用于带动待测元件 60 运动。具体的，载物台 50 可以是电动平移台，可以是手动平移台。当然，为了更准确地控制扫描过程，优选采用电动平移台。于本发明一实施例中，若以载物台 50 的置物平面上任意一点为原点，建立三维直角坐标系，其中，Z 轴方向垂直于置物平面，载物台 50 采用可以带动待测元件 60 在 X 轴、Y 轴以及 Z 轴方向移动，且能够带动待测元件 60 在 XY 平面上旋转的电动平移台。当然，在本发明其他实施例中，载物台 50 也可以采用具有六个自由度的电动平移台。

需要说明的是，在本发明的其他实施例中，载物台 50 也可以是另外配置的与本缺陷检测设备 1 适配的载物台 50，即不包括于本缺陷检测设备 1 内。

为了便于理解本技术方案，下面对本实施例提供的缺陷检测设备 11 的工作过程进行简单说明。

第一光产生装置产生的传播方向一致且具有预设剪切量的第一偏振光和第二偏振光入射到待测元件 60 的待测表面。由待测元件 60 反射后形成第一回波光和第二回波光返回第一光产生装置，通过光产生装置合束后，进入偏振控制器 30，经偏振控制器 30 进行偏振态处理后发生干涉、生成信号光，被第一探测装置 40 接收。

本实施例中，要使得第一探测装置 40 的第一探测区对待测元件 60 进行扫描，即使得待测元件 60 上同一预设检测区域对应的信号光分别被第一探测装置 40 所包括的每个探测器接收，可以通过移动待测元件 60 实现。当然，在本发明的其他实施例中，也可以通过其他方式实现。

具体的，当待测元件 60 沿预设轨迹运动时，第一偏振光和第二偏振光沿预设轨迹对待测元件 60 进行扫描，待测元件 60 上的同一预设检测区域对应的信号光，随着扫描时间的先后依次被每个探测器接收。本实施例中，预设轨迹可以根据待测元件 60 的检测区域形状设置，例如当检测区域为圆环形时，预设轨迹可以为圆形轨迹，当检测区域为方形时，预设轨迹可以是直线轨迹。

此时,为了使得同一时刻第一探测装置 40 所包括的不同探测器能够更有效地检测到待测表面相邻区域(不同位置)对应的信号光在对应偏振方向的强度分布,第一探测装置 40 所包括的各探测器的工作面的排布方向,可以与第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 上的扫描方向平行,也即各探测器对应的第一探测单元区的排布方向与第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 上的扫描方向平行。

进一步地,由于检测是扫描检测,为了得到更好的检测结果,需要设置扫描速度以及第一探测装置 40 的采样频率。第一探测装置 40 的相邻两次采样的时间间隔内,第一探测装置 40 的第一探测区扫描的距离,即第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 上形成的探测光斑相对于待测元件 60 的移动距离为扫描步长,则相邻第一探测单元区中心之间的距离应当与该扫描步长适配。具体来讲,相邻第一探测单元区中心之间的距离等于该扫描步长的整数倍。

为了进一步提高检测效率,作为一种实施方式,相邻第一探测单元区中心之间的距离等于该扫描步长。这样就可以使得第一探测装置 40 所包括的每个探测器随着扫描时间的先后依次检测到待测表面同一检测区域对应的信号光的强度分布,从而得到该检测区域对应的信号光在不同偏振方向的强度分布。扫描完成后,就可以得到待测元件 60 上每个检测区域对应的信号光在不同偏振方向的强度分布结果。

可以理解的是,在通过第一探测装置 40 获取到待测元件 60 的预设检测区域对应的信号光的第一光强分布信息后,还需要进一步地对第一探测装置 40 的检测结果进行处理,才能得到待测元件 60 的缺陷分布数据。对于本发明实施例提供的缺陷检测设备 1,可以包括一数据处理装置,用于对第一探测装置 40 输出的数据进行处理,得到待测元件 60 的缺陷分布数据,或者,也可以通过另外配置的数据处理装置如计算机对第一探测装置 40 输出的数据进行处理。

当然,为了实现在线检测,作为一种可选的实施例,本缺陷检测设备 1 还可以包括第一处理装置。第一处理装置与第一探测装置 40 电连接,在线接收第一探测装置 40 输出的第一光强分布信息。控制装置用于根据信

号光的第一光强分布信息获取待测元件 60 的缺陷信息。

具体的，第一处理装置可以为计算机，或者也可以为包括 DSP、ARM 或 FPGA 等具有数据处理功能的芯片的数据处理电路模块。扫描检测将得到第一探测装置 40 输出的探测数据流，第一处理装置可以通过预设的相位解调算法对第一探测装置 40 输出的探测数据流进行处理，得到待测元件 60 的每个采样位置对应的信号光的相位值。可以理解的是，第一探测装置 40 接收到的信号光相位将反应两束相干光的相位差，由于这个相位差与两束相干光对应的采样位置间的高度差成正比，因此，可以根据信号光的相位值得到相应采样位置处的微小起伏，即得到相应采样位置处的缺陷信息。

由于入射到待测元件 60 的第一偏振光和第二偏振光的横向剪切量 Δa 能够小于一般光学系统分辨率极限，对应的两个横向测量位置非常近，因此本缺陷检测设备 1 可以在纵向上（垂直于被测表面的方向上）达到较高的检测精度。

下面将同样以晶圆为例说明如何对这些数据进行处理，得到晶圆表面缺陷分布。可以理解的是，第一探测装置 40 输出的探测数据流中包含了晶圆上每个采样位置对应的信号光在不同偏振方向的强度分布。根据每个采样位置对应的信号光在不同偏振方向的强度分布，计算每个采样位置对应的信号光的相位值，从而得到晶圆表面所有采样位置对应的信号光的相位分布，进而根据该相位分布计算各采样位置处的缺陷信息，得到晶圆表面的缺陷分布数据。

例如，当第一探测装置 40 包括四个偏振线探测器，偏振探测方向分别为 0 度、45 度、90 度和 135 度时，取偏振线探测器接收到的信号光强为 $I_i(r, t)$ ，其中， $i=1, 2, 3, 4$ ，分别对应在 0 度、45 度、90 度、135 度偏振方向的光强， r 为线探测器对应像素点信息， t 是采样时间。结合具体扫描轨迹可以将 (r, t) 转换为晶圆上位置分布。假设目标信号对应的信号光相位用 $\varphi(r, t)$ 表示，则理论上信号光相位满足以下公式 (1)：

$$\varphi(r, t) = \arctg \left[\frac{I_2(r, t) - I_4(r, t)}{I_1(r, t) - I_3(r, t)} \right] \quad (1)$$

根据上述公式即可以得到第一探测装置 40 所检测到的信号光的相位

分布。

然而，发明人在通过本检测设备实际对晶圆进行检测的过程中发现，尽管理论上不存在缺陷时晶圆表面非常平整，信号光相位等于 0，但是有许多因素将引起噪声，如：光学系统相位误差、探测器前起偏部分具有一定消偏比、光源带宽的影响、扫描过程晶圆表面平面度改变等，这些因素将使得所得到的信号光产生一个随位置变化误差，直接计算得到的相位零点不再位于相位零值，同时有不反应晶圆表面高度变化的慢变包络。例如，图 4 示出了一个根据实际检测数据计算得到的相位随时间变化示意图，由于晶圆的检测区域内有一个凸起缺陷，相位呈现出向上凸起和向下凹陷，分别对应缺陷的上升及下降沿，然而在平整位置，相位依旧存在波动。在平整位置存在的这些波动即为相位噪声。

因此，在实际检测中，信号光相位 $\phi'(r,t)$ 应满足以下公式 (2)：

$$\phi'(r,t) + \phi(r,t) = \arctg \left[\frac{I_2(r,t) - I_4(r,t)}{I_1(r,t) - I_3(r,t)} \right] \quad (2)$$

其中， $\phi(r,t)$ 表示相位噪声。

基于上述分析，在本发明一实施例中，需要对第一探测装置 40 输出的第一光强分布信息进行噪声预处理，以消除上述噪声。此时，第一处理装置包括：信号解调模块、噪声获取模块和目标信息获取模块。其中，信号解调模块，用于根据信号光的第一光强分布信息获取信号光的初始信息；噪声获取模块，用于对信号光的第一光强分布信息进行低通滤波处理，获取噪声信息；目标信息获取模块，用于根据初始信息以及噪声信息获取待测元件 60 的缺陷信息。

其中，上述初始信息包括信号光的初始相位信息。具体的，以第一探测装置 40 包括四个偏振线探测器，且偏振探测方向分别为 0 度、45 度、90 度和 135 度的场景为例，可以根据上述公式 (1) 计算信号光的初始相位信息。

上述噪声信息包括噪声相位信息。具体可以通过对信号光的第一光强分布信息进行低通滤波处理后，进行相位解调得到该噪声相位信息。

具体来讲，上述目标信息获取模块包括：目标相位获取子模块和缺陷

信息获取子模块。其中，目标相位获取子模块，用于对所述初始相位信息和所述噪声相位信息进行差值处理，获取目标相位信息。也就是说，如图 5 所示，用所得到的初始相位信息减去噪声相位信息即上述公式（2）中的 $\phi(r,t)$ ，即可以得到目标相位信息 $\phi'(r,t)$ 。对比图 4 和图 6 可以看出，通过上述预处理，能够有效地去除噪声对所得到的相位分布结果的影响，有利于提高检测结果的准确性。进一步的，就可以根据该相位分布计算各采样位置处的缺陷信息，得到晶圆表面的缺陷分布数据。

缺陷信息获取子模块，用于根据所述目标相位信息获取所述待测元件 60 的缺陷信息。作为一种可选方式，可以根据信号光的目标相位信息计算待测元件 60 表面相应位置处的高度差，从而得出待测元件 60 的缺陷信息。作为另一种可选方式，目标信息获取模块还可以包括：缺陷标准库，缺陷标准库包括多个预设相位信息和相应的预设缺陷信息，用于确定相位信息与缺陷信息之间的对应关系。此时，上述缺陷信息获取子模块具体用于根据所述目标相位信息在所述缺陷标准库中进行查找，获取相应的预设缺陷信息，从而得到所述待测元件 60 的缺陷信息。也就是说，将基于目标相位信息，在缺陷标准库中查找到的缺陷信息作为待测元件 60 的缺陷信息。

例如，可以预先采用定标的方法得到待测元件 60 对应的信号光相位与表面高度的对应关系。具体过程可以为：制作一系列高度标准片（如 10 纳米、20 纳米、30 纳米等），直接测量得到它们对应的相位分布，根据测量数据得到相位-高度对应关系曲线。在实际测量时根据得到的目标相位值查找相应的高度信息。这样有利于更加精确地得到待测表面的高度分布，并有利于结合简化缺陷信息的计算过程，提高检测效率。

以上第一处理装置中包括的各模块可以是由软件代码实现，此时，上述的各模块可存储于第一处理装置的存储器内。或者，以上第一处理装置中包括的各模块同样可以由硬件电路例如集成电路芯片实现。

作为一种可选的实施例，如图 7 所示，本实施例提供的缺陷检测设备 2 除了包括上述光产生调制装置和第一探测装置 40 以外，还包括：第二探测装置 72。第二探测装置 72，用于收集所述待测元件 60 表面的散射光，并获取所述散射光的第二光强分布信息。从而在上述基于第一探测装置 40

的检测通道即差分干涉法检测通道的基础上，增加了散射光检测通道，从而实现明、暗场结合检测。

光散射法缺陷检测原理为：激光斜入射照射至待测元件 60 表面某点位置，当待测元件 60 表面不存在缺陷时，待测元件 60 表现出类似镜面效果，入射光将以相同的角度从另一侧反射出去；当待测元件 60 表面存在缺陷时，入射光将与缺陷发生散射作用，产生的散射光朝待测元件 60 表面上方各方向传输，散射光强度与缺陷尺寸成正比关系。因此，可以通过探测待测元件 60 表面上方的散射光，得到待测元件 60 表面的缺陷分布及缺陷尺寸信息。

本实施例提供的缺陷检测设备 2 还包括第二光产生装置 71。第二光产生装置 71 用于产生第二探测光，并使第二探测光经所述待测元件 60 表面散射，形成所述散射光。具体来讲，第二光产生装置 71 产生的第二探测光以预设角度斜入射到待测元件 60 表面的预设检测区域，当该预设检测区域存在缺陷时，入射的第二探测光在缺陷处发生散射，形成散射光。

本实施例中，所述缺陷检测设备 2 还包括：反射杯（图中未示出），用于收集待测表面的散射光。所述第二光产生装置 71 产生的第二探测光在待测元件 60 上的光斑为点光斑。所述第二探测装置 72 为光电二极管或光电倍增管。

由于散射光的出射方向是任意的，第二探测装置 72 的位置可以根据需要设置。作为一种可选的方式，散射光探测通道可以与信号光探测通道共光路。例如，如图 7 所示，第二光产生装置 71 发出的第二探测光从物镜下方以预设入射角斜入射至待测元件 60 表面。其中，预设角度可以根据实际需要设置如预设入射角可以为 72° 。

需要说明的是，第二探测光在待测元件 60 上的光斑形状和尺寸可以根据需要调整，例如，可以通过在第二光产生装置 71 的出光路径上设置扩束整形装置 74 来调整。本实施例中，可以将第二探测光在待测元件 60 上的光斑调整为点光斑，以便于利用反光杯对散射光进行收集，且能够减小相邻区域散射光的干扰。为了与信号光相区别，第二光产生装置 71 发出的第二探测光的波长可以与第一光产生装置发出的第一探测光的波长不同。可

以理解的是，第一探测光、第一偏振光、第二偏振光以及信号光的波长是一致的。此外，为了减小杂散光对第一回波光和第二回波光的干扰，因此，还需要在光接收通道上，增设第二分束器 73 将物镜 203 接收到的光分为两部分，分别用于两通道信号接收，如图 7 所示。同时，在第一探测装置 40 前增设第一滤光片 75，以滤除该接收通道上的散射光。在第二探测装置 72 前增设第二滤光片 76，以滤除该接收通道上的干扰光，散射光在该通道上透过第二滤光片 76、经会聚透镜 77 汇聚到第二探测装置 72。

需要说明的是，第二分束器 73 的位置可以根据需要设置，例如，可以设置在第一分束器 201 与偏振控制器 30 之间的光传播路径上，或者，也可以设置在物镜 203 与双折射晶体 202 之间的光传播路径上。

本实施例中，分别通过第一光产生装置和第二光产生装置 71 在待测元件 60 表面形成探测光斑，相应地，分别由第一探测装置 40 对待测元件 60 表面反射形成的信号光进行探测，由第二探测装置 72 对待测元件 60 表面散射的散射光进行探测。也就是说，分别控制差分干涉法检测通道以及散射光检测通道对待测元件 60 进行检测。

具体来讲，基于上述对第一探测区的定义，第二探测装置 72 也包括第二探测区。第二探测装置 72 用于获取第二探测区内的待测元件 60 表面散射的散射光。

控制散射光检测通道对待测元件 60 进行检测的方式可以为：将待测元件 60 划分为多个检测区域，依次使得控制第二探测光在待测元件 60 表面上形成的光斑以及第二探测区覆盖每个检测区域，从而依次获取到待测元件 60 表面每个检测区域形成的散射光。

在使第二探测区沿待测表面直径扫描的同时，所述第二探测区还沿所述待测表面直径方向移动。

另外，由于增设了散射光检测通道，不同于上述第一处理装置，本实施例还包括第二处理装置。上述第一探测装置 40 和第二探测装置 72 均与第二处理装置电连接。第二处理装置，用于根据由第一探测装置 40 获取到的信号光的第一光强分布信息得到所述待测元件 60 的第一缺陷信息，根据第二探测装置 72 获取到的散射光的第二光强分布信息得到待测元件 60 的

第二缺陷信息，并基于所述第一缺陷信息和所述第二缺陷信息得到所述待测元件 60 的目标缺陷信息。具体的，第二处理装置也可以为计算机，或者也可以为包括 DSP、ARM 或 FPGA 等具有数据处理功能的芯片的数据处理电路模块。

其中，根据第一光强分布信息得到待测元件 60 的第一缺陷信息的过程可以参照上述第一处理装置的处理过程，此处不再赘述。

第一缺陷信息包括第一缺陷位置信息及第一缺陷尺寸信息，第二缺陷信息包括第二缺陷位置信息及第二缺陷尺寸信息。基于第一缺陷信息和所述第二缺陷信息得到所述待测元件 60 的目标缺陷信息的具体过程可以为：对第一缺陷信息和第二缺陷信息进行缺陷累加，并进行共有缺陷合并判断，得到待测元件 60 的缺陷信息。由于缺陷检测时可能存在位置误差，导致同一缺陷不同通道得到的位置稍有差别，因此在进行缺陷合并时需要进行缺陷判断。具体缺陷判断方法如下：首先遍历单通道得到的所有缺陷，取出单通道（如光散射法通道）得到的任意一个缺陷作为当前缺陷；依次计算当前缺陷与另一个通道（如差分干涉法通道）得到的每个缺陷之间的距离；判断该距离是否小于预设阈值，若该距离小于预设阈值，则认为该距离对应两个缺陷为同一缺陷，进行合并处理即将这两个缺陷合并为一个。将该单通道得到的下一缺陷作为当前缺陷，重复上述距离计算以及距离判断过程，直至完成该单通道得到的所有缺陷的判断。

其中，预设阈值的选取可以通过多次实验测得。例如，可以选取不同阈值进行合并判断，取合并结果与实际最相近时的值作为预设阈值。

综上所述，本发明实施例提供的缺陷检测设备，基于第一探测装置 40 实现信号光的偏振态判断，并可以通过线扫描的方式进行元件缺陷检测，得到信号光的相位分布，根据信号光的相位分布，得到两束相干光的光程差，从而得到待测元件 60 表面的微小起伏，实现了待测元件 60 在纵向（垂直于被测表面方向）上缺陷的高精度检测，如对凹坑类缺陷的高精度检测，且可靠性好，稳定性高，检测速度快。此外，根据晶圆检测中噪声规律提出相位噪声滤除办法，提高了检测结果的信噪比，即进一步提高了缺陷检测精度。

进一步，通过在差分干涉法检测通道的基础上，增设散射光检测通道，实现明、暗场结合检测，不仅能提高在纵向（垂直于被测表面方向）上的缺陷检测精度，还能够提高横向分辨率。

另外，本发明实施例还提供了一种缺陷检测方法，可以应用于上述第一实施例提供的缺陷检测设备。当然，除了上述缺陷检测设备以外，也可以应用于其他适用的缺陷检测设备。如图 8 所示，所述方法包括：

步骤 S801，通过光产生调制装置产生第一偏振光和第二偏振光，并使所述第一偏振光经待测元件 60 的待测表面反射形成第一回波光，所述第二偏振光经所述待测表面反射形成第二回波光，其中，所述第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量；

步骤 S802，通过所述光产生调制装置使所述第一回波光和第二回波光发生干涉，形成信号光；

步骤 S803，通过第一探测装置 40 获取所述信号光沿多个不同偏振方向的光强信息，或者获取所述信号光总的光强信息以及至少沿一个偏振方向的光强信息。

需要说明的是，当第一探测装置 40 包括两个及以上偏振探测器，且不同偏振探测器的偏振探测方向不同时，则可以获取到信号光沿多个不同偏振方向的光强信息。当第一探测装置 40 包括无偏振探测器以及至少一个偏振探测器时，则可以获取到信号光总的光强信息以及至少沿一个偏振方向的光强信息。其中，总的光强信息是指由无偏振探测器获取到的信号光的光强信息。本实施例中，将信号光沿多个不同偏振方向的光强信息，或者是，信号光总的光强信息以及至少沿一个偏振方向的光强信息作为信号光的第一光强分布信息。

具体的，由于第一探测装置 40 包括第一探测区，且第一探测区包括多个第一探测单元区，要获取待测元件 60 表面某一检测区域对应的信号光的第一光强分布信息，需要使得第一探测装置 40 所包括的每个探测器均接收到该检测区域对应的信号光，需要使得第一探测区在待测元件 60 上扫描，使得每个第一探测单元区随着扫描时间的先后依次覆盖该检测区域。

作为一种可选方式，所述方法还包括：控制所述第一偏振光和第二偏

振光在所述待测表面扫描，并重复上述步骤 S802 和步骤 S803。也就是说，在第一偏振光和第二偏振光在待测表面形成的光斑对待测表面进行扫描的过程中，各扫描区域将先后反射第一回波光和第二回波光形成信号光，同时，各扫描区域所对应的信号光将随着扫描时间的先后依次被第一探测装置 40 接收，得到第一光强分布信息。

具体来讲，可以保持第一偏振光和第二偏振光的入射位置以及第一探测装置 40 的位置不变，通过电动载物台 50 或其他执行机构控制待测元件 60 沿预设轨迹运动，从而使得第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 表面形成的探测光斑对待测元件 60 进行扫描，同时使得第一探测装置 40 的第一探测区随着探测光斑对待测元件 60 进行扫描。

作为一种可选的实施方式，所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面的扫描方向与所述多个第一探测单元区的排列方向相同。

作为一种可选的实施方式，获取所述第一光强信息的步骤包括：通过所述第一探测装置 40 对所述信号光的光强进行采样，相邻两次采样的时间间隔内，所述第一探测区扫描的距离为扫描步长，相邻所述第一探测单元区中心之间的距离等于所述扫描步长的整数倍。

作为一种可选的实施方式，相邻所述第一探测单元区中心之间的距离等于所述扫描步长。

作为一种可选的实施方式，控制所述第一偏振光和第二偏振光在待测表面扫描的步骤包括：控制所述待测元件 60 的待测表面沿与预设扫描方向相反的方向移动。也就是说，上述预设轨迹与扫描方向相反。

作为一种可选的实施方式，当光产生调制装置包括第一光源 101 和扩束整形装置 102 时，所述产生第一偏振光和第二偏振光的步骤可以包括：通过所述第一光源 101 产生第一探测光，以基于所述第一探测光形成第一偏振光和第二偏振光；通过所述扩束整形装置 102 调整所述第一偏振光和第二偏振光在待测元件 60 的待测表面所形成的光斑形状和尺寸，使在沿所述第一探测区对所述待测元件 60 表面的扫描方向上，所述探测光斑的尺寸大于或等于所述第一探测区的尺寸。

作为一种可选的实施方式，所述控制所述待测元件 60 的待测表面沿与

所述扫描方向相反的方向移动的步骤包括：

控制所述待测元件 60 绕垂直于所述待测表面的转轴旋转；

所述控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测元件 60 表面扫描的步骤还包括：当所述待测表面绕所述转轴旋转一周之后或者在所述待测表面绕所述转轴旋转的过程中，控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面形成的光斑沿所述待测表面的直径方向移动。

本实施例中，当所述待测表面绕所述转轴旋转一周之后，控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面形成的光斑沿所述待测表面的直径方向移动。这样能够使获得的信号光较稳定，从而能够增加检测精度。

在其他实施例中，在所述待测表面绕所述转轴旋转的过程中，控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面形成的光斑沿所述待测表面的直径方向移动，能够增加检测效率。

实际检测时，为了便于扫描控制，可以将待测元件 60 置于载物台 50 上，通过载物台 50 带动待测元件 60 沿预设轨迹运动。例如，在一种具体应用场景中，以晶圆为例，对控制晶圆沿预设轨迹移动的过程进行说明。

检测前，将晶圆放置在载物台 50 上，并使得晶圆的圆心 O 与载物台 50 的旋转中心重合，调整第一探测装置 40 与晶圆的相对位置，使得第一探测区的延伸方向平行于圆晶半径方向。调整 Nomarski 棱镜方向，使其分光产生的两束线偏振光的偏离方向垂直于第一探测区的延伸方向。例如，以晶圆圆心 O 为原点，建立如图 9 所示的直角坐标系，第一探测区的延伸方向平行于图 9 中的 y 轴方向，则由 Nomarski 棱镜出射的两束具有微小夹角的线偏振光的偏离方向则平行于图 9 中的 x 轴方向，从而使得物镜出射的第一偏振光和第二偏振光具有沿图 9 中 x 轴方向的预设剪切量，则所述缺陷检测设备能够检测待测元件 60 表面沿 x 轴的凸起或凹陷。在其他实施例中，所述第一偏振光和第二偏振光也可以是具有沿图 9 中 y 轴方向的预设剪切量，或者第一偏振光和第二偏振光的预设剪切量方向与 x 轴具有锐角夹角。

检测时，可以通过控制载物台 50 带动晶圆运动，从而进行晶圆表面不同位置的检测，最终实现整个晶圆表面缺陷检测。具体的，当扫描控制过

程为：控制待测表面绕转轴旋转一周之后，再控制所述第一偏振光和第二偏振光在待测表面形成的光斑沿待测表面的直径方向移动时，可以将晶圆划分为多个环形区域，每个环形区域对应一条扫描轨迹 601，多个扫描轨迹 601 呈同心圆分布，如图 9 所示。需要说明的是，为了避免漏检，相邻两个环形区域应相连接或至少有一至两个像素（相对于探测器）的重合区域。每个环形区域包括多个目标区域 602，目标区域 602 的形状及尺寸由第一探测装置 40 对应的第一探测区的形状和尺寸决定。首先将移动载物台 50 使物镜出射的光斑覆盖晶圆最外侧环形区域中的任意一个目标区域 602，此时，该目标区域 602 对应的信号光被第一探测装置 40 接收。然后，控制载物台 50 带动晶圆旋转一周，使光斑按照预设的扫描轨迹 601 依次经过晶圆最外侧环形区域的其他目标区域 602，即对晶圆最外侧环形区域进行扫描。完成扫描后，第一探测装置 40 所包括的每个探测器均能获取到晶圆最外侧环形区域对应的信号光检测数据。

例如，当第一探测装置 40 包括四个偏振线探测器，分别为偏振线探测器 A、偏振线探测器 B、偏振线探测器 C 和偏振线探测器 D 时，每个目标区域 602 可以分为四个相邻子区域，一个子区域对应于一个偏振线探测器的第一探测单元区，即每个子区域反射形成的信号光被对应的偏振线探测器接收。例如，假设目标区域 602 包括第一子区域、第二子区域、第三子区域和第四子区域，在控制待测表面绕转轴旋转一周的过程中，若当前时刻，当前目标区域 602 中第一子区域对应于偏振线探测器 A 的第一探测单元区，第二子区域对应于偏振线探测器 B 的第一探测单元区，第三子区域对应于偏振线探测器 C 的第一探测单元区，第四子区域对应于偏振线探测器 D 的第一探测单元区。那么在下一扫描时刻，当前目标区域 602 中第二子区域则对应于偏振线探测器 A 的第一探测单元区，第三子区域对应于偏振线探测器 B 的第一探测单元区，第四子区域对应于偏振线探测器 C 的第一探测单元区，下一目标区域 602 中的第一子区域对应于偏振线探测器 D 的第一探测单元区，以此类推，直至完成当前环形区域的扫描。在这个过程中，偏振线探测器 A、偏振线探测器 B、偏振线探测器 C 和偏振线探测器 D 能够随着扫描时间的先后依次获取到当前环形区域对应的信号光。

控制待测表面绕转轴旋转一周，使得第一偏振光和第二偏振光在待测表面形成的光斑扫描完晶圆表面最外侧环形区域后，控制载物台 50 带动晶圆沿其直径方向移动，即使得第一偏振光和第二偏振光在晶圆表面形成的光斑沿与晶圆移动方向相反的方向移动，使得该光斑覆盖晶圆表面的下一个环形区域中的目标区域。然后控制载物台 50 带动晶圆绕转轴旋转一周，完成对该环形区域的扫描，以此类推，直至完成整个晶圆表面的检测。

综合信号测量速度及测量横向分辨率，本发明实施例采用线扫描测量，考虑到一般光源出射光均为圆光斑，整形为线光束需要进行额外的光束整形，而本检测设备对光源强度要求较低，可以采用圆光斑照明加线探测器实现对元件表面线区域的检测。当然，也可以采用与线探测器的探测区域适配的线光源进行检测。

作为一种可选的实施方式，执行上述步骤 S803 之后，所述方法还包括：通过第一处理装置根据所述信号光的第一光强分布信息，获取所述待测元件 60 的缺陷信息。

作为一种可选的实施方式，所述根据所述信号光的第一光强分布信息，获取所述待测元件 60 的缺陷信息包括：根据所述第一光强分布信息获取信号光的初始信息；对所述第一光强分布信息进行低通滤波处理，获取噪声信息；根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件 60 的缺陷信息。

作为一种可选的实施方式，所述初始信息包括信号光的初始相位信息，所述噪声信息包括噪声相位信息。所述根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件 60 的第一缺陷信息包括：对所述初始相位信息和所述噪声相位信息进行差值处理，获取目标相位信息；根据所述目标相位信息获取所述待测元件 60 的缺陷信息。

作为一种可选的实施方式，所述根据所述目标相位信息获取所述待测元件 60 的缺陷信息，包括：根据所述目标相位信息，在预先配置的缺陷标准库中进行查找相应的预设缺陷信息，得到待测元件 60 表面的第一缺陷信息，其中，所述缺陷标准库包括多个预设相位信息与相应预设缺陷信息之间的对应关系。

本发明另一实施例中，缺陷检测设备还可以为双通道缺陷检测设备，

即如上述第一实施例中所述的，包括散射光检测通道和差分干涉法检测通道。具体来讲，如图 7 所示，缺陷检测设备包括第二光产生装置 71、第二探测装置 72 和第二处理装置。

此时，上述缺陷检测方法包括：通过第一光产生装置产生第一偏振光和第二偏振光对待测表面进行扫描，并通过第一探测装置 40 获取待测表面的第一光强分布信息；在通过第一光产生装置产生第一偏振光和第二偏振光对待测表面进行扫描之后或之前，通过第二光产生装置 71 产生第二探测光对待测表面进行扫描，并通过第二探测装置 72 获取待测表面的散射光的第二光强分布信息；通过第二处理装置根据第一光强分布信息得到所述待测元件 60 的第一缺陷信息，根据第二光强分布信息得到待测元件 60 的第二缺陷信息，并基于所述第一缺陷信息和所述第二缺陷信息得到所述待测元件 60 的目标缺陷信息。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的方法的具体实现过程，可以参考上述装置实施例中的相应过程，在此不再赘述。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求

1. 一种检测设备，其特征在于，包括：

光产生调制装置，用于产生第一偏振光和第二偏振光，使所述第一偏振光经待测元件的待测表面反射形成第一回波光，所述第二偏振光经待测元件表面反射形成第二回波光，并使所述第一回波光和第二回波光发生干涉，形成信号光，其中，所述第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量；

以及

第一探测装置，用于获取所述信号光的第一光强分布信息，所述第一探测装置包括两个以上探测器，所述两个以上探测器均为偏振探测器，且不同所述偏振探测器的偏振探测方向不同，或者，所述两个以上探测器包括无偏振探测器和至少一个偏振探测器。

2. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，所述第一探测装置包括第一探测区，所述第一探测区用于对所述待测元件表面进行扫描；所述第一探测区包括多个第一探测单元区，所述多个第一探测单元区的排列方向与所述第一探测区在所述待测元件表面的扫描方向不垂直，各个所述探测器用于分别探测不同所述第一探测单元区对应的所述待测表面反射回的信号光。

3. 根据权利要求 2 所述的检测设备，其特征在于，所述多个第一探测单元区的排列方向平行于所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向。

4. 根据权利要求 2 所述的检测设备，其特征在于，所述第一探测区为条形，所述第一探测区的延伸方向垂直于所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向。

5. 根据权利要求 4 所述的检测设备，其特征在于，当所述待测元件的待测表面为圆形时，所述第一探测区沿着所述待测元件表面的径向延伸；

所述第一探测区对所述待测元件待测表面的扫描方向垂直于所述待测表面的直径方向。

6. 根据权利要求 2 所述的检测设备，其特征在于，所述第一偏振光和第二偏振光用于在所述待测元件表面形成探测光斑；在沿所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向上，所述探测光斑的尺寸大于或等于所述第一探测区的尺寸。

7. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，每个所述偏振探测器均为偏振线探测器，所述无偏振探测器为线探测器。

8. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，所述偏振探测器的个数为两个时，两个所述偏振探测器的偏振探测方向相互垂直。

9. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，当所述第一探测装置包括三个及以上偏振探测器时，所述三个及以上偏振探测器包括第一偏振探测器、第二偏振探测器和第三偏振探测器，其中，所述第三偏振探测器和第一偏振探测器偏振探测方向之间的夹角等于 $360^\circ / n$ ， n 为大于等于 3 的整数， n 为偏振探测器的个数。

10. 根据权利要求 9 所述的检测设备，其特征在于，所述第一偏振探测器与第三偏振探测器的偏振探测方向垂直，所述第三偏振探测器与第二偏振探测器的偏振探测方向之间的夹角为 45° 。

11. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，当所述第一探测装置包括无偏振探测器和至少一个偏振探测器时，所述偏振探测器的个数为两个及以上，其中两个偏振探测器的偏振探测方向之间的夹角为锐角或钝角。

12. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，所述光产生调制装置包括：

第一光产生装置，用于产生第一偏振光和第二偏振光，所述第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量，所述第一偏振光经待测元件表面反射形成第一回波光，所述第二偏振光经待测元件表面反射形成第二回波光，并使所述第一回波光束和第二回波光束合束；

偏振控制器，用于调制所述第一回波光束和第二回波光束的偏振方向，以使得所述第一回波光束和第二回波光束发生干涉，形成信号光。

13. 根据权利要求 12 所述的检测设备，其特征在于，所述第一光产生装置包括探测光产生模块和光束调整模块，所述探测光产生模块和所述光束调整模块耦合；

所述探测光产生模块用于产生第一探测光；

所述光束调整模块用于将所述第一探测光分成所述第一偏振光和第二偏振光，并使所述第一回波光束和第二回波光束合束。

14. 根据权利要求 13 所述的检测设备，其特征在于，所述探测光产生模块包括第一光源和扩束整形装置，所述第一光源用于产生第一探测光，所述扩束整形装置用于控制所述待测元件表面的光斑形状和尺寸。

15. 根据权利要求 13 所述的检测设备，其特征在于，所述第一探测光为线偏振光、圆偏振光或椭圆偏振光。

16. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，所述检测设备还包括第一处理装置，

所述第一处理装置用于根据所述信号光的第一光强分布信息获取所述待测元件的缺陷信息。

17. 根据权利要求 16 所述的检测设备，其特征在于，所述第一处理装置包括：

信号解调模块，用于根据所述信号光的第一光强分布信息获取信号光的初始信息；

噪声获取模块，用于对所述信号光的第一光强分布信息进行低通滤波

处理，获取噪声信息；

目标信息获取模块，用于根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件的缺陷信息。

18. 根据权利要求 17 所述的检测设备，其特征在于，所述初始信息包括信号光的初始相位信息，所述噪声信息包括噪声相位信息，

所述目标信息获取模块包括：

目标相位获取子模块，用于对所述初始相位信息和所述噪声相位信息进行差值处理，获取目标相位信息；

缺陷信息获取子模块，用于根据所述目标相位信息获取所述待测元件的缺陷信息。

19. 根据权利要求 18 所述的检测设备，其特征在于，所述目标信息获取模块还包括：缺陷标准库，缺陷标准库包括预设相位信息和预设缺陷信息，用于确定预设相位信息与预设缺陷信息之间的对应关系；所述缺陷信息获取子模块具体用于根据所述目标相位信息在所述缺陷标准库中进行查找，获取相应的预设缺陷信息，得到所述待测元件的缺陷信息。

20. 根据权利要求 1 所述的检测设备，其特征在于，所述缺陷检测设备还包括：

第二探测装置，用于收集所述待测元件表面的散射光，并获取所述散射光的第二光强分布信息；

第二处理装置，用于根据所述第一光强分布信息获取所述待测元件的第一缺陷信息，根据所述第二光强分布信息获取所述待测元件的第二缺陷信息，并基于所述第一缺陷信息和所述第二缺陷信息得到所述待测元件的目标缺陷信息。

21. 根据权利要求 20 所述的检测设备，其特征在于，还包括：

第二光产生装置，用于产生第二探测光，并使所述第二探测光经所述待测元件表面散射，形成所述散射光。

22. 一种检测方法，其特征在于，应用于如权利要求 1 至 21 中任一项所述的缺陷检测装置，所述方法包括：

通过光产生调制装置产生第一偏振光和第二偏振光，并使所述第一偏振光经待测元件的待测表面反射形成第一回波光，所述第二偏振光经所述待测表面反射形成第二回波光，其中，所述第一偏振光和第二偏振光中心之间具有预设剪切量；

通过所述光产生调制装置使所述第一回波光和第二回波光发生干涉，形成信号光；

通过第一探测装置获取所述信号光沿多个不同偏振方向的光强信息，或者获取所述信号光总的光强信息以及至少沿一个偏振方向的光强信息。

23. 根据权利要求 22 所述的检测方法，其特征在于，当所述第一探测装置包括第一探测区，所述第一探测区包括多个第一探测单元区时；

所述方法还包括：

控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面扫描，并重复形成信号光和获取光强信息的步骤。

24. 根据权利要求 23 所述的检测方法，其特征在于，所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面的扫描方向与所述多个第一探测单元区的排列方向相同。

25. 根据权利要求 24 所述的检测方法，其特征在于，获取所述第一光强信息的步骤包括：通过所述第一探测装置对所述信号光的光强信息进行采样，相邻两次采样的时间间隔内，所述第一探测区扫描的距离为扫描步长，相邻所述第一探测单元区中心之间的距离等于所述扫描步长的整数倍。

26. 根据权利要求 25 所述的缺陷检测方法，其特征在于，相邻所述第一探测单元区中心之间的距离等于所述扫描步长。

27. 根据权利要求 23 所述的检测方法，其特征在于，所述控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面扫描的步骤包括：控制所述待测元

件的待测表面沿与所述扫描方向相反的方向移动。

28. 根据权利要求 27 所述的检测方法，其特征在于，所述控制所述待测元件的待测表面沿与所述扫描方向相反的方向移动的步骤包括：控制所述待测元件绕垂直于所述待测表面的转轴旋转；

所述控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测元件表面扫描的步骤还包括：当所述待测表面绕所述转轴旋转一周之后或者在所述待测表面绕所述转轴旋转的过程中，控制所述第一偏振光和第二偏振光在所述待测表面形成的光斑沿所述待测表面的直径方向移动。

29. 根据权利要求 23 所述的检测方法，其特征在于，当光产生调制装置包括第一光源和扩束整形装置时，

所述产生第一偏振光和第二偏振光的步骤包括：

通过所述第一光源产生第一探测光，以基于所述第一探测光形成第一偏振光和第二偏振光；

通过所述扩束整形装置调整所述第一偏振光和第二偏振光在待测元件的待测表面所形成的光斑形状和尺寸，使在沿所述第一探测区对所述待测元件表面的扫描方向上，所述探测光斑的尺寸大于或等于所述第一探测区的尺寸。

30. 根据权利要求 22 所述的检测方法，其特征在于，将所述第一探测装置获取到的所述信号光沿多个不同偏振方向的光强信息，或者所述信号光总的光强信息以及至少沿一个偏振方向的光强信息作为所述信号光的第一光强分布信息，获取到所述第一光强分布信息之后，所述方法还包括：

根据所述信号光的第一光强分布信息，获取所述待测元件的缺陷信息。

31. 根据权利要求 30 所述的检测方法，其特征在于，所述根据所述信号光的第一光强分布信息，获取所述待测元件的缺陷信息包括：

根据所述第一光强分布信息获取信号光的初始信息；

对所述第一光强分布信息进行低通滤波处理，获取噪声信息；

根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件的缺陷信息。

32. 根据权利要求 31 所述的检测方法，其特征在于，所述初始信息包括信号光的初始相位信息，所述噪声信息包括噪声相位信息，

所述根据所述初始信息以及噪声信息获取所述待测元件的第一缺陷信息包括：

对所述初始相位信息和所述噪声相位信息进行差值处理，获取目标相位信息；

根据所述目标相位信息获取所述待测元件的缺陷信息。

33. 根据权利要求 32 所述的检测方法，其特征在于，所述根据所述目标相位信息获取所述待测元件的缺陷信息的步骤包括：

根据所述目标相位信息，在预先配置的缺陷标准库中进行查找相应的预设缺陷信息，得到待测元件表面的第一缺陷信息，其中，所述缺陷标准库包括多个预设相位信息与相应预设缺陷信息之间的对应关系。