

椭偏测量装置和用于获取待测对象的表面信息的方法

技术领域

本公开的实施例总体涉及光学测量领域，并且更具体地涉及一种椭偏测量装置和用于获取待测对象的表面信息的方法。

背景技术

作为一种有效的光学测量技术，光谱椭偏测量技术在包含但不限于半导体制造等领域得到广泛应用。图 1 示出了一种传统的椭偏测量装置 100 的局部结构示意图。该椭偏测量装置 100 包括起偏器 102、反射装置 104、验偏器 106。其中，反射装置 104 为一体成型的抛物面形的反射装置。该椭偏测量装置 100 虽然可以避免基于光学透镜或者透镜组的椭偏测量装置所存在的色差校正等方面的问题，但是，受限于反射装置 104 的结构，要求偏振光束必须沿着平行于反射装置 104 的抛物面的轴线 A1 的方向入射，这导致偏振光束入射在反射装置 104 的反射面上的角度偏大，从而严重改变光束的偏振态，这给光谱反演计算带来不良影响。

综上，传统的椭偏测量装置使得偏振光束的入射角度偏大，从而严重改变入射偏振光束原有的偏振态。

发明内容

针对上述问题，本公开的实施例提供了一种椭偏测量装置和用于获取待测对象的表面信息的方法。本公开的实施例能够显著减小偏振光束入射至离轴抛物面镜的入射角度，从而有效保证偏振光束的偏振态。

根据本公开的第一方面，提供一种椭偏测量装置。该椭偏测量装置包括：偏振光束提供装置，用于提供多个平行的偏振光束；第一离轴抛物面镜，用于将多个平行的偏振光束反射以便多个被反射后的第一光束聚焦在待测对象的表面上的目标点，多个平行的偏振光束中的每一个偏振光束与多个被反射后的第一光束中的对应的第一光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；第二离轴抛物面镜，用于将

被反射后的第一光束经由待测对象的表面反射后形成的多个第二光束反射，以形成多个平行的第三光束，多个第二光束中的每一个第二光束与多个平行的第三光束中的对应的第三光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；以及验偏装置，用于对多个平行的第三光束验偏。

在一些实施例中，多个平行的偏振光束对应的光路与多个平行的第三光束对应的光路相交叉。

在一些实施例中，偏振光束提供装置包括：起偏器，用于使得入射光束起偏以便形成多个平行的第一偏振光束；以及第一平面反射镜，用于将多个平行的第一偏振光束反射，以形成多个平行的偏振光束，多个平行的第一偏振光束中的每一个第一偏振光束与多个平行的偏振光束中的对应的偏振光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；验偏装置包括：第二平面反射镜，用于将多个平行的第三光束反射，以形成多个平行的第四光束，多个平行的第四光束中的每一个第四光束与多个平行的第三光束中的对应的第三光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；以及验偏器，用于对多个平行的第四光束进行验偏。

在一些实施例中，起偏器、第二平面反射镜以及第一离轴抛物面镜设置于目标法平面的一侧；验偏器、第一平面反射镜以及第二离轴抛物面镜设置于目标法平面的另一侧。

在一些实施例中，第一平面反射镜以及第二平面反射镜相对于待测对象的表面的高度大于第一离轴抛物面镜以及第二离轴抛物面镜相对于待测对象的表面的高度。

在一些实施例中，第一平面反射镜与第二平面反射镜在横向上的距离大于第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜在横向上的距离。

在一些实施例中，第一偏振光束与第三光束相平行，第四光束与偏振光束相平行。

在一些实施例中，起偏器、第一平面反射镜和第二平面反射镜中的一个，以及第一离轴抛物面镜设置于目标法平面的一侧，目标法平面为待测对象的经过目标点的法平面；第二离轴抛物面镜、第一平面

反射镜和第二平面反射镜中的一个中的另一个，以及验偏器设置于目标法平面的另一侧。

在一些实施例中，偏振光束提供装置包括：起偏器，用于使得入射光束起偏以便形成多个平行的偏振光束；验偏装置包括：验偏器，用于对多个平行的第三光束验偏；起偏器以及第二离轴抛物面镜设置于目标法平面的一侧，目标法平面为待测对象的经过目标点的法平面，第一离轴抛物面镜以及验偏器设置于目标法平面的另一侧。

在一些实施例中，多个被反射后的第一光束中的每一个第一光束与待测对象的法向之间的夹角为 60 度至 70 度之间的任意角度。

在一些实施例中，第一离轴抛物面镜以及第二离轴抛物面镜包括以下至少一种：金属离轴抛物面镜，该金属离轴抛物面镜的表面面型精度小于 $1/10$ 波长，该金属离轴抛物面镜的表面粗糙度小于 5 纳米；以及玻璃离轴抛物面镜，该玻璃离轴抛物面镜的表面面型精度小于 $1/20$ 波长，该玻璃离轴抛物面镜的表面粗糙度小于 1 纳米。

在一些实施例中，第一离轴抛物面镜、第二离轴抛物面镜、第一平面反射镜以及第二平面反射镜中每一项的表面设置有镀膜，该镀膜包括金属反射膜和多层介质膜中的至少一种。

在一些实施例中，该金属离轴抛物面镜采用单点金刚石加工工艺制作形成。

在一些实施例中，该金属反射膜包括：铝反射层，以及氟化镁保护层，该氟化镁保护层设置于铝反射层的表面。

在一些实施例中，第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜相对设置。

根据本公开的第二方面，提供一种用于获取待测对象的表面信息的方法，该方法利用根据本公开的第一方面的椭偏测量装置实现，该方法包括：经由偏振光束提供装置提供多个平行的偏振光束；经由第一离轴抛物面镜反射多个平行的偏振光束，以便多个被反射后的第一光束聚焦在待测对象的表面上的目标点；经由第二离轴抛物面镜将被反射后的第一光束经由待测对象的表面反射后形成的多个第二光束进行反射，以形成多个平行的第三光束；以及经由验偏装置对多个平

行的第三光束验偏以便得到待测对象的表面信息。

应当理解，本部分所描述的内容并非旨在标识本公开的实施例的关键或重要特征，也不用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

附图说明

结合附图并参考以下详细说明，本公开各实施例的上述和其他特征、优点及方面将变得更加明显。在附图中，相同或相似的附图标注表示相同或相似的元素。

图 1 示出了一种传统的椭偏测量装置的局部结构示意图。

图 2 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置的结构示意图。

图 3 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置的结构示意图。

图 4 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置以及传统的椭偏测量装置的 P 偏振光与 S 偏振光相位夹角的改变量的测量值。

图 5 示出了传统的椭偏测量装置的光瞳偏振态分布示意图。

图 6 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置的光瞳偏振态分布示意图。

图 7 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置在晶圆上的成像质量达到衍射极限的示意图。

图 8 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置的结构示意图。

图 9 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置的结构示意图。

图 10 示出了本公开的实施例的用于获取待测对象的表面信息的方法的流程图。

具体实施方式

以下结合附图对本公开的示范性实施例做出说明，其中包括本公开实施例的各种细节以助于理解，应当将它们认为仅仅是示范性的。因此，本领域普通技术人员应当认识到，可以对这里描述的实施例做出各种改变和修改，而不会背离本公开的范围和精神。同样，为了清楚和简明，以下的描述中省略了对公知功能和结构的描述。

在本文中使用的术语“包括”及其变形表示开放性包括，即“包括但不限于”。除非特别申明，术语“或”表示“和/或”。术语“基于”表示“至少部分地基于”。术语“一个示例实施例”和“一个实施例”表示“至少一个示例实施例”。术语“另一实施例”表示“至少一个另外的实施例”。术语“第一”、“第二”等等可以指代不同的或相同的对象。下文还可能包括其他明确的和隐含的定义。

如前文所描述，传统的椭偏测量装置使得偏振光束的入射角度偏大，从而严重改变的偏振光束的偏振态，给光谱反演计算带来不良影响。如图 1 所示，光源（图中未示出）发射的平行光束 Li 经过起偏器 102 后起偏，形成偏振光束。偏振光束被反射装置 104 聚焦至半导体晶圆 108 的表面上的一点 P1，并被半导体晶圆 108 的表面反射，在经由反射装置 104 反射至验偏器 106。应当理解，反射装置 104 为一体成型的抛物面形的反射装置，点 P1 为反射装置 104 的抛物面的焦点。为了使得偏振光束被聚焦于点 P1，则要求偏振光束必须沿着平行于反射装置 104 的抛物面的轴线 A1 的方向入射，受此限制，偏振光束入射在反射装置 104 的反射面上的入射角度偏大，相应地，入射至反射装置 104 的抛物面的偏振光束与对应的反射光束之间的夹角为钝角，这样大的入射角度将严重改变光束经由起偏器后的偏振态。

为了至少部分地解决上述问题以及其他潜在问题中的一个或者多个，本公开的示例实施例提出了一种椭偏测量装置和用于获取待测对象的表面信息的方法的方案。在本公开方案中，第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜分立设置，因此，可以使得每一个偏振光束与对应的第一光束之间的夹角被配置为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度），以及使得第二光束与对应的第三光束之间的夹角被配置为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度），于是显著减小了偏振光束入射至第一离轴抛物面镜的入射角，以及显著减小了第二光束入射至第二离轴抛物面的入射角，从而可以有效保证经由第一离轴抛物面镜以及第二离轴抛物面镜传输的光束的偏振态。进一步地，多个平行的偏振光束对应的光路与多个平行的第三光束对应的光路相交叉，这样可以进一步缩短所采用的离轴抛物面镜的焦距，从而显著提高 NA

(Numerical Aperture, 数值孔径), 并且缩小投影到晶圆上的光斑的尺寸。

以下对本公开的实施例的椭偏测量装置进行详细说明。

图 2 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置 200 的结构示意图。椭偏测量装置 200 包括: 偏振光束提供装置 210、第一离轴抛物面镜 204、第二离轴抛物面镜 206 以及验偏装置 220。偏振光束提供装置 210 用于提供多个平行的偏振光束 L_p 。第一离轴抛物面镜 204 用于将多个平行的偏振光束 L_p 反射以便多个被反射后的第一光束 L_1 聚焦在待测对象 108 的表面的目标点 P_1 。多个平行的偏振光束 L_p 中的每一个偏振光束 L_p 与多个被反射后的第一光束 L_1 中的对应的第一光束 L_1 之间的夹角 (即第一夹角 θ_1) 为锐角。第二离轴抛物面镜 206 用于将被反射后的第一光束 L_1 经由待测对象 108 的表面反射后形成的多个第二光束 L_2 反射, 以形成多个平行的第三光束 L_3 , 多个第二光束 L_2 中的每一个第二光束 L_2 与多个平行的第三光束 L_3 中的对应的第三光束 L_3 之间的夹角 (即第二夹角 θ_2) 为锐角。验偏装置 220 用于对多个平行的第三光束 L_3 验偏。其中, 多个平行的偏振光束 L_p 中的每一个偏振光束 L_p 与多个被反射后的第一光束 L_1 中的对应的第一光束 L_1 之间的夹角 (即第一夹角 θ_1) 为 20 至 40 度之间的任意角度; 多个第二光束 L_2 中的每一个第二光束 L_2 与多个平行的第三光束 L_3 中的对应的第三光束 L_3 之间的夹角 (即第二夹角 θ_2) 为 20 至 40 度之间的任意角度。

应当理解, 第一夹角 θ_1 为第一入射角与对应的第一反射角的和。其中, 第一入射角为多个平行的偏振光束 L_p 中的每一个偏振光束 L_p 相对于第一离轴抛物面镜 204 的入射角, 第一反射角为多个被反射后的第一光束 L_1 中的对应的第一光束 L_1 相对于第一离轴抛物面镜 204 的反射角。第二夹角 θ_2 为第二入射角与对应的第二反射角的和。其中, 第二入射角为第二光束 L_2 中的每一个第二光束 L_2 相对于第二离轴抛物面镜 206 的入射角, 第二反射角为多个平行的第三光束 L_3 中的对应的第三光束 L_3 相对于第二离轴抛物面镜 206 的反射角。

在一些实施例中, 第一夹角 θ_1 为 20 至 40 度之间的任意角度。

第二夹角 θ_2 为 20 至 40 度之间的任意角度。

在一些实施例中，第一夹角 θ_1 为 20 至 26 度之间的任意角度。
第二夹角 θ_2 为 20 至 26 度之间的任意角度。

在一些实施例中，多个平行的偏振光束对应的光路与多个平行的第三光束对应的光路相交叉。

在一些实施例中，第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜相对设置，也即第一离轴抛物面镜的反射面与第二离轴抛物面的反射面彼此朝向对方，与第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜相背设置的方式不同。

在一些实施例中，待测对象 108 例如为晶圆。

在一些实施例中，偏振光束提供装置例如包括起偏器，验偏装置例如包括验偏器。

在一些实施例中，偏振光束提供装置例如包括起偏器以及第一平面反射镜，验偏装置例如包括验偏器以及第二平面反射镜。

在一些实施例中，起偏器、第一平面反射镜和第二平面反射镜中的一个，以及第一离轴抛物面镜设置于目标法平面的一侧，目标法平面为待测对象的经过目标点的法平面；第二离轴抛物面镜、第一平面反射镜和第二平面反射镜中的一个中的另一个，以及验偏器设置于目标法平面的另一侧。

在上述方案中，第一离轴抛物面镜 204 与第二离轴抛物面镜 206 分立设置，因此，可以使得每一个偏振光束 L_p 与对应的第一光束 L_1 之间的夹角被配置为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度），以及使得第二光束 L_2 与对应的第三光束 L_3 之间的夹角被配置为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度），于是显著减小了偏振光束 L_p 入射至第一离轴抛物面镜 204 的入射角，以及显著减小了第二光束 L_2 入射至第二离轴抛物面 206 的入射角，从而可以有效保证经由第一离轴抛物面镜 204 以及第二离轴抛物面镜 206 传输的光束的偏振态。

图 3 示出了本公开的实施例的椭圆偏测量装置 300 的结构示意图。
偏振光束提供装置包括起偏器 302、第一平面反射镜 308。起偏器 302

用于使得入射光束起偏以便形成多个平行的第一偏振光束 L_{p1} 。第一平面反射镜 308 用于将多个平行的第一偏振光束 L_{p1} 反射，以形成多个平行的偏振光束 L_p ，多个平行的第一偏振光束 L_{p1} 中的每一个第一偏振光束 L_{p1} 与多个平行的偏振光束 L_p 中的对应的偏振光束 L_p 之间的夹角（即第三夹角 θ_3 ）为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度）。

第一离轴抛物面镜 304 用于将多个平行的偏振光束 L_p 反射以便多个被反射后的第一光束 L_1 聚焦在待测对象 108 的表面的目标点 P_1 。多个平行的偏振光束 L_p 中的每一个偏振光束 L_p 与多个被反射后的第一光束 L_1 中的对应的第一光束 L_1 之间的夹角（即第一夹角 θ_1 ）为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度）。

第二离轴抛物面镜 306 用于将被反射后的第一光束 L_1 经由待测对象 108 的表面反射后形成的多个第二光束 L_2 反射，以形成多个平行的第三光束 L_3 ，多个第二光束 L_2 中的每一个第二光束 L_2 与多个平行的第三光束 L_3 中的对应的第三光束 L_3 之间的夹角（即第二夹角 θ_2 ）为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度）。

应当理解，待测对象 108 的表面的目标点 P_1 是第一离轴抛物面镜 304 的焦点，并且，待测对象 108 的表面的目标点 P_1 也是第二离轴抛物面镜 306 的焦点。

验偏装置包括第二平面反射镜 310、验偏器 312。第二平面反射镜 310 用于将多个平行的第三光束 L_3 反射，以形成多个平行的第四光束 L_4 ，多个平行的第四光束 L_4 中的每一个第四光束 L_4 与多个平行的第三光束 L_3 中的对应的第三光束 L_3 之间的第四夹角 θ_4 为锐角（尤其是 20 至 40 度之间的任意角度）。验偏器 312 用于对多个平行的第四光束 L_4 验偏。

应当理解，第三夹角 θ_3 为第三入射角与对应的第三反射角的和。其中，第三入射角为多个平行的第一偏振光束 L_{p1} 中的每一个第一偏振光束 L_{p1} 相对于第一平面反射镜 308 的入射角，第三反射角为多个平行的偏振光束 L_p 中的对应的偏振光束 L_p 相对于第一平面反射镜 308 的反射角。第四夹角 θ_4 为第四入射角与对应的第四反射角的和。

其中，第四入射角为多个平行的第三光束 L3 中的对应的第三光束 L3 相对于第二平面反射镜 310 的入射角，第四反射角为多个平行的第四光束 L4 中的每一个第四光束 L4 相对于第二平面反射镜 310 的反射角。

应当理解，起偏器 302、第一平面反射镜 308 以及第一离轴抛物面镜 304 设置于目标法平面 P_n 的一侧，其中，目标法平面 P_n 为待测对象 108 的经过目标点 P_1 的法平面。第二离轴抛物面镜 306、第二平面反射镜 310 以及验偏器 312 设置于目标法平面 P_n 的另一侧。

在该方案中，藉由起偏器 302、第一平面反射镜 308 以及第一离轴抛物面镜 304 处于目标法平面 P_n 的同一侧，以及第二离轴抛物面镜 306、第二平面反射镜 310 以及验偏器 312 处于目标法平面 P_n 的同一侧的设置方式，可以使得起偏器 302、第一平面反射镜 308 以及第一离轴抛物面镜 304 之间的距离更近，第二离轴抛物面镜 306、第二平面反射镜 310 以及验偏器 312 也是如此，从而减少椭圆偏测量装置 300 占用的空间。

在一些实施例中，多个被反射后的第一光束 L1 中的每一个第一光束 L1 与待测对象 108 的法向之间的夹角（即第五夹角 θ_5 ）为 60 度至 70 度之间的任意角度。应当理解，第一光束 L1 与待测对象 108 的法向之间的夹角与第一光束 L1 与目标法平面 P_n 之间的夹角相等。在一些实施例中，处于多个被反射后的第一光束 L1 的中心的第一个光束 L1 与待测对象 108 的法向之间的夹角（即第五夹角 θ_5 ）为 65 度。

在该方案中，藉由第一夹角 θ_1 以及第二夹角 θ_2 均为锐角的设置，可以显著减小第一离轴抛物面镜 304 以及第二离轴抛物面镜 306 对所反射的光束的偏振态的影响，从而使得定标算法的精度显著提高、定标处理的复杂度明显降低、计算效率极大提高。并且，藉由第一离轴抛物面镜 304 以及第二离轴抛物面镜 306 分立设置的方式，可以便于调配光束相对于第一离轴抛物面镜 304 以及第二离轴抛物面镜 306 的入射角度，提高了该椭圆偏测量装置的灵活性，以便适用于更广泛的应用场景。另外，该椭圆偏测量装置能够在更宽的偏振光的波段（包括但不限于深紫外波段、可见光波段、近红外波段）下均可以实现衍射极限的光斑尺寸。

在一些实施例中,第一离轴抛物面镜 304、第二离轴抛物面镜 306 可以采用金属离轴抛物面镜。该金属离轴抛物面镜所采用的金属材料包括但不限于铝、铜。该金属离轴抛物面镜采用单点金刚石加工工艺制作形成。该金属离轴抛物面镜的表面面型精度小于 $1/10$ 波长,该金属离轴抛物面镜的表面粗糙度小于 5 纳米。基于该金属离轴抛物面镜,可以显著提高对光束的反射率。

在一些实施例中,第一离轴抛物面镜 304、第二离轴抛物面镜 306 可以采用玻璃离轴抛物面镜。该玻璃离轴抛物面镜所采用的玻璃材料包括但不限于熔石英、石英晶体、低膨胀系数微晶玻璃。该玻璃离轴抛物面镜的表面面型精度小于 $1/20$ 波长,该玻璃离轴抛物面镜的表面粗糙度小于 1 纳米。基于该玻璃离轴抛物面镜,可以显著提高对光束的反射率。

在一些实施例中,第一离轴抛物面镜 304、第二离轴抛物面镜 306、第一平面反射镜 308 以及第二平面反射镜 310 中每一项的表面设置有镀膜。该镀膜包括金属反射膜以及多层介质膜中的至少一种。其中,金属反射膜包括铝反射层以及氟化镁保护层,氟化镁保护层设置于铝反射层的表面。其中多层介质膜具有多个介质层,每一个介质层对应的介质分别为具有不同的折射率的材料。基于多个介质层的折射率的匹配,可以实现较高的反射率,并且可以实现较高的激光损伤阈值。关于该金属反射膜以及该多层介质膜,对于波长在 190 至 350 纳米范围内的光束,其平均反射率可以大于 90%;对于波长在 350 至 2500 纳米范围内的光束,其平均反射率可以大于 85%。

图 4 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置 300 以及传统的椭偏测量装置的 P 偏振光与 S 偏振光相位夹角的改变量的测量值。其中方案 1 对应于图 3 所示的本公开的实施例的椭偏测量装置 300,方案 2 对应于图 1 所示的传统的椭偏测量装置 100。其中显示出多个不同的波长的偏振光束经过反射后 P 偏振光与 S 偏振光相位夹角的改变量的测量值。可以看出,本公开的实施例的椭偏测量装置 300 明显优于传统的椭偏测量装置 100。

图 5 示出了传统的椭偏测量装置的光瞳偏振态分布示意图。该传

统的椭偏测量装置为图 1 所示的传统的椭偏测量装置 100，其中也示意出了输入光信号（Input）。图 6 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置 300 的光瞳偏振态分布示意图。本公开的实施例的椭偏测量装置为图 3 所示的本公开的实施例的椭偏测量装置 300。对比可见，本公开的实施例的椭偏测量装置 300 明显优于传统的椭偏测量装置 100。

图 7 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置 300 在晶圆上的成像质量达到衍射极限的示意图。可见，经由本公开的实施例的椭偏测量装置 300 投影到晶圆上的光斑可以达到衍射极限。

图 8 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置 800 的结构示意图。其中，起偏器 802、第二平面反射镜 810 以及第一离轴抛物面镜 804 设置于目标法平面 P_n 的一侧。第二离轴抛物面镜 806、第一平面反射镜 808 以及验偏器 812 设置于目标法平面 P_n 的另一侧。因此，多个平行的偏振光束 L_p 对应的光路与多个平行的第三光束 L_3 对应的光路相交叉。应当理解，多个平行的偏振光束 L_p 对应的光路为多个平行的偏振光束 L_p 被反射前沿直线传播所经过的光路，例如为多个平行的偏振光束 L_p 从第一平面反射镜 808 向第一离轴抛物面镜 804 传播所经过的光路；多个平行的第三光束 L_3 对应的光路为多个平行的第三光束 L_3 被反射前沿直线传播所经过的光路，例如为多个平行的第三光束 L_3 从第二离轴抛物面镜 806 向第二平面反射镜 810 传播所经过的光路。

起偏器 802 以及验偏器 812 各自相对于待测对象 108 的表面的高度例如可以相同。第二平面反射镜 810 以及第一平面反射镜 808 各自相对于待测对象 108 的表面的高度例如可以相同。第一离轴抛物面镜 804 以及第二离轴抛物面镜 806 各自相对于待测对象 108 的表面的高度例如可以相同。起偏器 802、第二平面反射镜 810 以及第一离轴抛物面镜 804 各自相对于待测对象 108 的表面的高度不相同，第二离轴抛物面镜 806、第一平面反射镜 808 以及验偏器 812 各自相对于待测对象 108 的表面的高度不相同。在一些实施例中，起偏器 802、第二平面反射镜 810 以及第一离轴抛物面镜 804 各自相对于待测对象 108 的表面的高度依次递减，验偏器 812、第一平面反射镜 808 以及第二

离轴抛物面镜 806 各自相对于待测对象 108 的表面的高度依次递减。

在一些实施例中，第一平面反射镜 808 与第二平面反射镜 810 在横向上的距离大于第一离轴抛物面镜 804 与第二离轴抛物面镜 806 在横向上的距离。

在该方案中，藉由起偏器 802、第一离轴抛物面镜 804 设置在目标法平面 P_n 的一侧，而第一平面反射镜 808 设置在目标法平面 P_n 的另一侧的设置方式，可以便于充分利用例如横向上的空间，以便获取更小的第三夹角 θ_3 以及第一夹角 θ_1 。同样的，第二平面反射镜 810 设置于目标法平面 P_n 的一侧，而第二离轴抛物面镜 806 以及验偏器 812 设置在目标法平面 P_n 的另一侧的设置方式，可以便于充分利用例如横向上的空间，以便获取更小的第四夹角 θ_4 以及第二夹角 θ_2 。因此，椭圆偏测量装置 800 相较于椭圆偏测量装置 300，可以进一步缩短所采用的离轴抛物面镜的焦距，从而显著提高 NA，并且缩小投影到晶圆上的光斑的尺寸。

需要说明的是，第二平面反射镜 810 相对于待测对象 108 的表面的高度大于第一离轴抛物面镜 804 相对于待测对象 108 的表面的高度，第一平面反射镜 808 相对于待测对象 108 的表面的高度大于第二离轴抛物面镜 806 相对于待测对象 108 的表面的高度。因此，第二平面反射镜 810 以及第一平面反射镜 808 横向上不会占用第一离轴抛物面镜 804 与第二离轴抛物面镜 806 之间的横向上的空间，可以便于在一些应用场景中，使得第一离轴抛物面镜 804 与第二离轴抛物面镜 806 之间的距离更近。在一些实施例中，偏振光束 L_p 与处于多个第二光束 L_2 的中心的第二光束 L_2 相平行，第三光束 L_3 与处于多个第一光束 L_1 的中心的第二光束 L_2 相平行。

在一些实施例中，第一偏振光束 L_{p1} 与第三光束 L_3 相平行，第四光束 L_4 与偏振光束 L_p 相平行。

在一些实施例中，起偏器 802、第二平面反射镜 810、第一离轴抛物面镜 804、第二离轴抛物面镜 806、第一平面反射镜 808 以及验偏器 812 相互之间相对静止，也即，在椭圆偏测量装置 800 中，起偏器 802、第二平面反射镜 810、第一离轴抛物面镜 804、第二离轴抛物面

镜 806、第一平面反射镜 808 以及验偏器 812 均不是运动部件，其有利于确保系统稳定性。

在一些实施例中，多个被反射后的第一光束 L1 中的每一个第一光束 L1 与待测对象 108 的法向之间的夹角（即第五夹角 θ_5 ）为 60 度至 70 度之间的任意角度。在一些实施例中，处于多个被反射后的第一光束 L1 的中心的第一个第一光束 L1 与待测对象 108 的法向之间的夹角（即第五夹角 θ_5 ）为 65 度。

图 9 示出了本公开的实施例的椭偏测量装置 900 的结构示意图。其中，偏振光束提供装置包括起偏器 902，验偏装置包括验偏器 912。起偏器 902 以及第二离轴抛物面镜 906 设置于目标法平面 Pn 的一侧，第一离轴抛物面镜 904 以及验偏器 912 设置于目标法平面 Pn 的另一侧。因此，多个平行的偏振光束 Lp 对应的光路与多个平行的第三光束 L3 对应的光路相交叉。应当理解，多个平行的偏振光束 Lp 对应的光路为多个平行的偏振光束 Lp 被反射前沿直线传播所经过的光路，例如为多个平行的偏振光束 Lp 从起偏器 902 向第一离轴抛物面镜 904 传播所经过的光路；多个平行的第三光束 L3 对应的光路为多个平行的第三光束 L3 被反射前沿直线传播所经过的光路，例如为多个平行的第三光束 L3 从第二离轴抛物面镜 906 向验偏器 912 传播所经过的光路。

在该方案中，所采用的光学元件数量少，因此可以使得椭偏测量装置 900 的结构精简，并且可以有效降低制造成本。而且，相较于椭偏测量装置 800，椭偏测量装置 900 省略了平面反射镜，光学效率以及椭偏测量装置的系统信噪比均显著提高。例如，在一些实施方式中，椭偏测量装置 900 设置有两片反射镜片（第一离轴抛物面镜 904 以及第二离轴抛物面镜 906），椭偏测量装置 800 设置有四片反射镜片（第一离轴抛物面镜 804、第二离轴抛物面镜 806、第一平面反射镜 808 以及第二平面反射镜 810）。因此，相较于椭偏测量装置 800，椭偏测量装置 900 所采用的反射镜片的数量减半（由四片减少为两片），所以，光学效率提高一倍，并且椭偏测量装置的系统信噪比也提高一倍。

应当理解，投影到晶圆上的光斑的尺寸正比于 $1/NA$ 。所以，要实现较小的光斑尺寸，需要提高离轴抛物面镜的 NA ，在光束孔径不变的前提下，则需要缩短离轴抛物面镜的焦距。如果在横向上设置于第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜之间的横向的空间中设置反光镜（第二平面反射镜以及第一平面反射镜），则在减小投影到晶圆上的光斑的尺寸的过程中，随着对称设置的第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜之间的横向距离的减小，第二平面反射镜与第一平面反射镜之间的横向距离也会减小，甚至出现第二平面反射镜与第一平面反射镜互相在空间上发生严重的机械干涉的情况。因此，在第二平面反射镜以及第一平面反射镜在横向上设置于第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜之间的方案中，离轴抛物面镜的 NA （或者说投影到晶圆上的光斑的尺寸）受限于平面反射镜、离轴抛物面镜在横向上的机械空间尺寸。而在椭圆偏测量装置 900 中，第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜之间的横向的空间中未设置反光镜，可以使得第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜之间的距离更近，从而满足入射角度依然在小角度入射的条件下，提高 NA 、缩小光斑。应当理解，在省略反射镜的方案中，还可以通过减少镜片数量提升光学效率、提高信噪比。

图 10 示出了本公开的实施例的用于获取待测对象的表面信息的方法 1000 的流程图。方法 1000 可以利用椭圆偏测量装置 200、300、800 以及 900 中的任意一项实现。应当理解的是，方法 1000 还可以包括未示出的附加步骤和/或可以省略所示出的步骤，本公开的范围在此方面不受限制。

在步骤 1002 处，经由偏振光束提供装置提供多个平行的偏振光束。

在步骤 1004 处，经由第一离轴抛物面镜反射多个平行的偏振光束，以便多个被反射后的第一光束聚焦在待测对象的表面上的目标点。

在步骤 1006 处，经由第二离轴抛物面镜将被反射后的第一光束经由待测对象的表面反射后形成的多个第二光束进行反射，以形成多个平行的第三光束。

在步骤 1008 处，经由验偏装置对多个平行的第三光束验偏以便得到待测对象的表面信息。

结合本公开的实施例，本领域技术人员能够清楚方法 1000 的具体实现细节，此处不再赘述。

以上已经描述了本公开的各实施例，上述说明是示例性的，并非穷尽性的，并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择，旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术改进，或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

以上仅为本公开的可选实施例，并不用于限制本公开，对于本领域的技术人员来说，本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内，所作的任何修改、等效替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种椭偏测量装置，其特征在于，包括：

偏振光束提供装置，用于提供多个平行的偏振光束；

第一离轴抛物面镜，用于将多个平行的偏振光束反射以便多个被反射后的第一光束聚焦在待测对象的表面上的目标点，多个平行的偏振光束中的每一个偏振光束与多个被反射后的第一光束中的对应的第一光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；

第二离轴抛物面镜，用于将被反射后的第一光束经由待测对象的表面反射后形成的多个第二光束反射，以形成多个平行的第三光束，多个第二光束中的每一个第二光束与多个平行的第三光束中的对应的第三光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；以及

验偏装置，用于对多个平行的第三光束验偏；

其中，多个平行的偏振光束对应的光路与多个平行的第三光束对应的光路相交叉。

2. 根据权利要求 1 所述的椭偏测量装置，其特征在于，偏振光束提供装置包括：

起偏器，用于使得入射光束起偏以便形成多个平行的第一偏振光束；以及

第一平面反射镜，用于将多个平行的第一偏振光束反射，以形成多个平行的偏振光束，多个平行的第一偏振光束中的每一个第一偏振光束与多个平行的偏振光束中的对应的偏振光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；

验偏装置包括：

第二平面反射镜，用于将多个平行的第三光束反射，以形成多个平行的第四光束，多个平行的第四光束中的每一个第四光束与多个平行的第三光束中的对应的第三光束之间的夹角为 20 至 40 度之间的任意角度；以及

验偏器，用于对多个平行的第四光束进行验偏。

3. 根据权利要求 2 所述的椭偏测量装置，其特征在于，起偏器、

第二平面反射镜以及第一离轴抛物面镜设置于目标法平面的一侧；验偏器、第一平面反射镜以及第二离轴抛物面镜设置于目标法平面的另一侧。

4. 根据权利要求 2 所述的椭偏测量装置，其特征在于，第一平面反射镜以及第二平面反射镜相对于待测对象的表面的高度大于第一离轴抛物面镜以及第二离轴抛物面镜相对于待测对象的表面的高度。

5. 根据权利要求 2 所述的椭偏测量装置，其特征在于，第一平面反射镜与第二平面反射镜在横向上的距离大于第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜在横向上的距离。

6. 根据权利要求 2 所述的椭偏测量装置，其特征在于，偏振光束与处于多个第二光束的中心的第二光束相平行，第三光束与处于多个第一光束的中心的第三光束相平行。

7. 根据权利要求 2 所述的椭偏测量装置，其特征在于，第一偏振光束与第三光束相平行，第四光束与偏振光束相平行。

8. 根据权利要求 1 所述的椭偏测量装置，其特征在于，偏振光束提供装置包括：

起偏器，用于使得入射光束起偏以便形成多个平行的偏振光束；

验偏装置包括：

验偏器，用于对多个平行的第三光束验偏；

起偏器以及第二离轴抛物面镜设置于目标法平面的一侧，目标法平面为待测对象的经过目标点的法平面，第一离轴抛物面镜以及验偏器设置于目标法平面的另一侧。

9. 根据权利要求 1 所述的椭偏测量装置，其特征在于，多个被反射后的第一光束中的每一个第一光束与待测对象的法向之间的夹角为 60 度至 70 度之间的任意角度。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任意一项所述的椭偏测量装置，其特征在于，第一离轴抛物面镜以及第二离轴抛物面镜包括以下至少一种：

金属离轴抛物面镜，所述金属离轴抛物面镜的表面面型精度小于 1/10 波长，所述金属离轴抛物面镜的表面粗糙度小于 5 纳米；以及

玻璃离轴抛物面镜，所述玻璃离轴抛物面镜的表面面型精度小于 $1/20$ 波长，所述玻璃离轴抛物面镜的表面粗糙度小于 1 纳米。

11. 根据权利要求 2 所述的椭偏测量装置，其特征在于，第一离轴抛物面镜、第二离轴抛物面镜、第一平面反射镜以及第二平面反射镜中的每一项的表面设置有镀膜，所述镀膜包括金属反射膜和多层介质膜中的至少一种。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任意一项所述的椭偏测量装置，其特征在于，第一离轴抛物面镜与第二离轴抛物面镜相对设置。

13. 一种用于获取待测对象的表面信息的方法，其特征在于，所述方法利用根据权利要求 1 至 12 中任意一项所述的椭偏测量装置实现，所述方法包括：

经由偏振光束提供装置提供多个平行的偏振光束；

经由第一离轴抛物面镜反射多个平行的偏振光束，以便多个被反射后的第一光束聚焦在待测对象的表面上的目标点；

经由第二离轴抛物面镜将被反射后的第一光束经由待测对象的表面反射后形成的多个第二光束进行反射，以形成多个平行的第三光束；以及

经由验偏装置对多个平行的第三光束验偏以便得到待测对象的表面信息。