

说明书

发明名称: 一种滤波结构、光学检测系统及光学检测方法

[0001] 本申请要求于2025年1月26日提交中国专利局、申请号为202510124380.8、发明创造名称为“一种滤波结构、光学检测系统及光学检测方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本发明涉及半导体检测技术领域，尤其涉及一种滤波结构、光学检测系统及光学检测方法。

背景技术

[0003] 光学成像检测是半导体行业工艺缺陷检测所依赖的主要技术。随着工艺的不断发展，半导体行业制程从微米级缩小到纳米量级，更复杂的图案要求更精细的缺陷检测技术。

[0004] 成像检测系统中，激光光束按一定角度照射在待检测对象的特征区域和/或待检测对象的粗糙表面上，特征区域频域信息的散射光，和/或，待检测对象粗糙表面上的散射光被物镜系统收集，在光瞳面上相同入射角的平行相干光形成光斑，然后经过管镜系统，在探测器的感应面上重新成像。

[0005] 但随着待检测对象中周期结构单元的缩小，待检测对象中的缺陷信号会淹没在周期结构单元和/或待检测对象粗糙表面的散射光信号中，从而使得提取待检测对象中缺陷信号的准确性较低。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种滤波结构、光学检测系统及光学检测方法，用于滤除待检测对象中的周期结构在光瞳面的主衍射信号和次级衍射光斑，以提升获取待检测对象中缺陷信号的准确性。

[0007] 本申请实施例第一方面提供了一种滤波结构，包括：

[0008] 第一滤波结构，用于对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波；

- [0009] 和第二滤波结构，用于对所述待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波；其中：
- [0010] 所述第一滤波结构包括至少一个外周为封闭状的滤波结构，当所述待检测对象中设置有结构单元时，所述封闭状的滤波结构内还设置有连接所述滤波结构任意两端的挡光结构；
- [0011] 所述第二滤波结构包括平行设置的多个挡光件，其中，所述挡光件在所述次级衍射光斑所在平面的投影不小于所述次级衍射光斑的直径。
- [0012] 可选的，连接所述滤波结构任意两端的挡光结构的方位适应于所述待检测对象粗糙表面散射光斑的位置及形状。
- [0013] 可选的，设置于所述封闭状的滤波结构内的适应于待检测对象粗糙表面散射光斑的位置及形状的挡光结构包括：设置于所述挡光结构一端的弓形挡光结构、设置于所述挡光结构两端的弓形挡光结构、设置于所述挡光结构中任一位置的多边形挡光结构或设置于所述挡光结构中任一位置的圆形挡光结构。
- [0014] 可选的，滤波结构设置于光学检测系统中，所述第一滤波结构为多个，多个第一滤波结构设置于同一平面，且相邻两个第一滤波结构的中心之间的距离不小于光学检测系统的光瞳面的直径。
- [0015] 可选的，所述多个第一滤波结构通过驱动机构进行驱动，当切换所述待检测对象时，通过所述驱动机构驱动不同的所述第一滤波结构与所述光瞳面基本重叠设置。
- [0016] 可选的，所述封闭状的滤波结构的内周壁、所述挡光结构的边缘和所述挡光结构的边缘设置为非锐利边缘结构。
- [0017] 可选的，滤波结构设置于光学检测系统中，若光学检测系统中的光瞳面的直径为D，所述挡光件的宽度为d，则所述挡光件的数量N按照如下公式计算：
- [0018] [数1_sm_0001]

$$N \geq \frac{D}{d}$$

。

- [0019] 可选的，所述多个挡光件设置于至少一个平面内，且所述至少一个平面中的每个平面都垂直于散射光束的传播方向。
- [0020] 可选的，所述多个挡光件设置于多个平面，且不同平面内的所述挡光件部分层叠设置。
- [0021] 可选的，滤波结构设置于光学检测系统中，每个平面中相邻两个所述挡光件之间的间隔固定设置，每个平面中的多个挡光件由同一驱动机构进行驱动，以使得每个平面中的多个挡光片与光学检测系统中的光瞳面基本重叠设置，以遮挡所述光瞳面对应位置的衍射光斑。
- [0022] 可选的，每个所述挡光件由独立的驱动机构进行驱动，以使得通过多个独立的驱动机构分别驱动对应的挡光件与光学检测系统中的光瞳面基本重叠设置。
- [0023] 可选的，所述挡光件的边缘设置为非锐利边缘结构。
- [0024] 可选的，所述第一滤波结构和/或所述第二滤波结构的表面涂覆有防反光膜，以降低所述第一滤波结构和/或所述第二滤波结构的反光率。
- [0025] 可选的，所述挡光件包括条形挡光件、圆柱形挡光件、锯齿形挡光件或波浪形挡光件。
- [0026] 本申请实施例第二方面提供了一种光学检测系统，包括：
- [0027] 光源，用于以预设角度向待检测对象发射预设波段的相干光束；
- [0028] 物镜，用于接收所述待检测对象的散射光束，并将所述散射光束中的平行光束或近平行光束聚焦至光瞳面；
- [0029] 与所述光瞳面基本重叠设置的如本申请实施例第一方面提供的滤波结构；
- [0030] 管镜系统，用于将所述待检测对象成像至探测器；
- [0031] 所述探测器，用于根据所述待检测对象的像，对所述待检测对象中的缺陷进行检测。
- [0032] 可选的，所述光学检测系统还包括：可切入反射镜、光瞳成像管镜和光瞳成像探测器；
- [0033] 其中，所述可切入反射镜用于切入至所述管镜系统和所述探测器之间，以改变所述散射光束的传播方向，以使得所述散射光束入射至所述光瞳成像管镜；

或，所述可切入反射镜用于切入至所述滤波结构与所述管镜系统之间，以改变所述散射光束的传播方向，以使得所述散射光束入射至所述光瞳成像管镜；

[0034] 所述光瞳成像管镜用于将所述光瞳面成像至所述光瞳成像探测器；

[0035] 所述光瞳成像探测器，用于根据所述光瞳面的像对所述光瞳面进行观测。

[0036] 可选的，所述滤波结构包括第一滤波结构和第二滤波结构，其中，所述第二滤波结构包括设置于多个平面的多个挡光件，所述多个平面中的一个平面与所述光瞳面重叠设置，所述多个平面中的其他平面沿散射光束的传播方向，设置于所述光瞳面的前方0.1mm至2mm处，所述第一滤波结构沿散射光束的传播方向，设置于所述光瞳面的后方0.1mm至2mm处；

[0037] 或，所述多个平面中的其他平面沿散射光束的传播方向，设置于所述光瞳面的后方0.1mm至2mm处，所述第一滤波结构沿散射光束的传播方向，设置于所述光瞳面的前方0.1mm至2mm处。

[0038] 可选的，所述滤波结构包括第一滤波结构和第二滤波结构，其中，所述第二滤波结构包括平行设置的多个条形挡光件，所述条形挡光件的宽度关联于周期排布的结构单元的次级衍射光斑的直径，所述条形挡光件的长度不小于所述光瞳面的直径，所述条形挡光件的数量关联于所述光瞳面的直径和每个条形挡光件的宽度。

[0039] 可选的，所述光学检测系统还包括设置于所述光源和所述待检测对象之间的扩束整型模块，其中，所述扩束整型模块包括扩束镜和整型元件，所述整型元件包括具有二维结构的相位元件。

[0040] 本申请实施例第三方面提供了一种光学检测方法，应用于本申请实施例第二方面提供的光学检测系统，所述方法包括：

[0041] 利用光瞳成像探测器对光瞳面的像进行观测，以获取散射信号在所述光瞳面中的分布状态；

[0042] 驱动适配的第一滤波结构对所述散射信号中待检测对象粗糙表面的散射信号及待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号中的两者或后者进行滤波；

[0043] 驱动第二滤波结构对所述散射信号中待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射信号进行滤波。

[0044] 从以上技术方案可以看出，本发明实施例具有以下优点：

[0045] 本申请实施例中的滤波结构包括第一滤波结构和第二滤波结构，其中，第一滤波结构用于对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波，第二滤波结构用于对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波，从而使得在对待检测对象中的缺陷进行检测时，可以通过第一滤波结构对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波，和通过第二滤波结构对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波，从而提升了获取待检测对象中缺陷信号的准确性。

附图说明

[0046] 图1为本申请实施例中第一滤波结构的示意图；

[0047] 图2为本申请实施例中设置有不同挡光结构的第一滤波结构的示意图；

[0048] 图3为本申请实施例中第二滤波结构的示意图；

[0049] 图4为本申请实施例中伺服电机、滚珠丝杠、导轨和第一滤波结构的结构示意图；

[0050] 图5为本申请实施例中光瞳面中第一位置和第二位置的示意图；

[0051] 图6为本申请实施例中部分层叠设置的条形挡光件的示意图；

[0052] 图7为本申请实施例中伺服电机、滚珠丝杠、导轨和第二滤波结构的结构示意图；

[0053] 图8为本申请实施例中光学检测系统的一个实施例示意图；

[0054] 图9为本申请实施例中第一滤波结构和第二滤波结构的一种位置示意图；

[0055] 图10为本申请实施例中第一滤波结构和第二滤波结构的另一种位置关系示意图；

[0056] 图11为本申请实施例中光学检测系统的另一个实施例示意图；

[0057] 图12为本申请实施例中光学检测方法的一个实施例示意图。

具体实施方式

- [0058] 本发明实施例提供了一种滤波结构、光学检测系统及光学检测方法，用于滤除待检测对象中的周期结构在光瞳面的主衍射信号和次级衍射光斑，以提升获取待检测对象中缺陷信号的准确性。
- [0059] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，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，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。
- [0060] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。
- [0061] 在实际半导体检测场景中，如果待检测对象表面刻蚀有周期性排布的结构单元，或待检测对象具有粗糙的表面，则在对待检测对象进行检测时，将入射光束照射在待检测对象表面，会在待检测对象表面形成散射光束，其中，周期性排布的结构单元的散射光束会在物镜系统的光瞳面处（也即物镜的后焦面）处形成光斑，而粗糙表面的散射光斑也会在物镜系统的光瞳面处形成光斑，从而使得待检测对象的缺陷信号淹没在上述散射光斑信号中。
- [0062] 具体的，待检测对象的粗糙表面可以是待检测对象未刻蚀处的粗糙表面，也可以是待检测对象刻蚀处的周期结构单元的粗糙表面，此处对粗糙表面在待检测对象中的具体位置不做限制。本申请实施例中的待检测对象可以是晶圆、掩膜、玻璃等，此处对待检测对象的种类也不做具体限制。
- [0063] 为方便理解，下面对本申请实施例中的滤波结构进行描述：

- [0064] 具体的，本申请实施例中的滤波结构用于对光学检测系统中的光瞳面进行滤波，本申请中的滤波结构包括第一滤波结构和/或第二滤波结构，其中，第一滤波结构用于滤除待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号，第二滤波结构用于滤除待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑。
- [0065] 作为一种可选的实施例，周期排布的结构单元可以是沿竖直方向和水平方向周期排布的结构单元，该结构单元可以是沟槽、凸起等结构，此处对结构单元的具体形式不做具体限制。
- [0066] 下面分别对第一滤波结构和第二滤波结构进行描述：
- [0067] 具体的，本申请实施例中的第一滤波结构包括至少一个外周为封闭状的滤波结构，当待检测对象中设置有结构单元时，该封闭状滤波结构内还设置有连接滤波结构任意两端的挡光结构，其中，挡光结构的宽度关联于照明光源的数值孔径 NA ，当照明光源的数值孔径 NA 越大，则挡光结构的宽度越宽，反之，则挡光结构的宽度越窄。为方便理解，图1给出了第一滤波结构的示意图。
- [0068] 在实际检测场景中，只要待检测对象表面设置有结构单元，就会在光瞳面的中心产生一条亮的光线，也即该结构单元所产生的主衍射信号，而为了滤除主衍射信号，本申请实施例在第一滤波结构的封闭状滤波结构内还设置有连接滤波结构任意两端的挡光结构，以用于滤除待检测对象表面的结构单元在光瞳面的中心处所产生的光线，而该光线的宽度直接关联于照明光源的数值孔径 NA 。
- [0069] 可选的，本申请实施例中封闭状的滤波结构可以是圆环形的滤波结构，或外周为正方形、矩形、多边形的滤波结构，此处对滤波结构的外周形状不做具体限制。
- [0070] 进一步，本申请实施例中的第二滤波结构包括平行设置的多个挡光件，其中，挡光件在次级衍射光斑所在平面的投影不小于次级衍射光斑的直径，多个挡光件用于对入射光束在多个周期排布的结构单元于光学检测系统中的光瞳面处所形成的次级衍射光斑进行滤波，容易理解的是，待检测对象中的周期排布的结构单元一般会在光瞳面处形成多个周期排布的衍射光斑，只要多个挡光件可以遮挡住多个周期排布的衍射光斑即可，实际检测场景中，若待检测对象中周期排布的结构单元为沿竖直方向和水平方向周期排布的结构单元，则多个挡光件

可以为在光瞳面处沿水平方向或竖直方向平行设置的条形挡光件，而若待检测对象中周期排布的结构单元为沿第一方向周期排布的结构单元，则多个挡光件对应的为沿第一方向平行设置的挡光件，其中，第一方向为与水平方向成任意角度的方向，为方便理解，图2给出了多个挡光件所组成的第二滤波结构的示意图。

[0071] 具体的，本申请实施例中的挡光件可以是条形挡光件、圆柱形挡光件、锯齿形挡光件或波浪形挡光件，只要挡光件在衍射光斑所在平面的投影可以挡住次级衍射光斑即可，此处对挡光件的形状不做具体限制。

[0072] 进一步，若挡光件为条形挡光件，则条形挡光件的宽度关联于周期排布的结构单元的次级衍射光斑的直径，如次级衍射光斑的直径越宽，则条形挡光件的宽度就越宽，实际在应用中，一般设置条形挡光件的宽度略宽于次级衍射光斑的直径。而为了使得条形挡光件可以完全遮挡多个周期排布的次级衍射光斑，一般设置条形挡光件的长度不小于光学检测系统中光瞳面的直径，而条形挡光件的数量则关联于光瞳面的直径和每个条形挡光件的宽度。

[0073] 具体的，在实际的应用场景中，条形挡光件也可以设置为条形挡光小棍，只要可以遮挡次级衍射光斑即可，此处对条形挡光件中挡光件的具体形态不做具体限制。

[0074] 作为一种可选的实施例，可以根据如下公式计算挡光件的数量N：

[0075] [数1_sm_0002]

$$N \geq \frac{D}{d}$$

，其中，D为光学检测系统中光瞳面的直径，d为每个挡光件的宽度。

[0076] 本申请实施例中可以根据上述公式计算出挡光件的数量N，从而提升了获取到挡光件的数量N的便捷性和准确性。

[0077] 进一步，本申请实施例中挡光件的材质可以是塑料、木头或复合材料等，此处对挡光件的材质不做具体限制。

[0078] 本申请实施例中的滤波结构包括第一滤波结构和第二滤波结构，其中，第一滤波结构用于对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波，第二

滤波结构用于对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波，从而使得在对待检测对象中的缺陷进行检测时，可以通过第一滤波结构对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波，通过第二滤波结构对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波，从而提升了获取待检测对象中缺陷信号的准确性。

- [0079] 作为一种可选的实施例，第一滤波结构还可以对待检测对象粗糙表面的散射光斑进行滤波，在实际检测场景中，粗糙表面在待检测对象中的位置不同，则相应地在光瞳面处所形成的光斑的大小和位置也不确定，而为了滤除粗糙表面在光瞳面处所形成的光斑，本申请实施例的第一滤波结构内连接封闭状滤波结构任意两端的挡光结构的方位适应于待检测对象的粗糙表面散射光斑的位置及形状。其中，适应于待检测对象粗糙表面散射光斑形状的挡光结构是指挡光结构的形状适应于待检测对象粗糙表面的散射光斑的形态，实际检测场景中，适应于待检测对象粗糙表面散射光斑形状的挡光结构的形状可以是弓形、圆形、多边形或圆弧形等，此处对适应于待检测对象粗糙表面散射光斑形状的挡光结构的形状不做具体限制。
- [0080] 作为一种可选的实施例，当待检测对象中刻蚀有结构单元时，根据待检测对象中大部分粗糙表面的形状和位置，本申请实施例中将第一滤波结构中适应于待检测对象的粗糙表面散射光斑的位置及形状的挡光结构具体设置为：
- [0081] 设置于挡光结构一端的弓形挡光结构、设置于挡光结构两端的弓形挡光结构、或设置于挡光结构任一位置处的圆形挡光结构，为方便理解，图3中的A、B、C图分别给出了对应的示意图。
- [0082] 因为将第一滤波结构中适应于待检测对象的粗糙表面散射光斑的位置及形状的挡光结构设置为弓形、多边形及圆形，可以滤除大部分待检测对象粗糙表面的散射光斑，从而提升了第一滤波结构的通用性及滤除待检测对象粗糙表面的散射光斑的准确性。
- [0083] 作为一种可选的实施例，因为每种类型的待检测对象中粗糙表面的位置和形状都不确定，而为了实现对不同种类型的待检测对象的粗糙表面的散射光斑的滤波，本申请实施例还可以设置多个第一滤波结构，且将第一滤波结构设置于同

一平面内，并设置相邻两个第一滤波结构的中心之间的距离不小于光学检测系统中光瞳面的直径，以使得可以将多个第一滤波结构通过驱动机构进行驱动，并在切换检测对象时，可以通过驱动机构驱动不同的第一滤波结构与光瞳面基本重叠设置。

- [0084] 其中，多个第一滤波结构的形态可以根据待检测对象的种类进行确定，当包括三种或四种待检测对象时，则可以对设置三个或四个第一滤波结构，并将该三个或四个滤波结构设置于同一平面内由驱动机构进行驱动，从而使得在检测第一类型的待检测对象时，使用第一个第一滤波结构进行滤波，而在检测第二类型或第三类型的待检测对象时，则使用第二个或第三个第一滤波结构进行滤波，从而提升了在不同检测场景下切换第一滤波结构的便捷性。
- [0085] 此处需要说明的是，本申请实施例是假设以一种类型的待检测对象对应一种结构的第一滤波结构，但实际检测场景中，还可能是一种待检测对象对应多种第一滤波结构，或多种待检测对象对应同一种第一滤波结构，此处对切换不同第一滤波结构时，待检测对象的种类不做具体限制。
- [0086] 作为驱动机构的一种具体实施例，本申请实施例可以采用伺服电机带动滚珠丝杠，以推动第一滤波结构沿导轨进行滑动，从而用于在检测不同类型的待检测对象时，切换不同的第一滤波结构，为方便理解，图4给出了伺服电机401、滚珠丝杠402、导轨403和第一滤波结构404的示意图。
- [0087] 具体的，在切换第一滤波结构的过程中，为了避免相邻两个第一滤波结构之间的相互干涉，本申请实施例还可以设置相邻两个第一滤波结构的圆心之间的距离不小于光瞳面的直径，以使得不会出现两个第一滤波结构同时对光瞳面中的光斑进行滤波，从而实现了每个第一滤波结构对待检测对象中粗糙表面的散射光斑滤波的精准性。
- [0088] 作为一种可选的实施例，为了避免第一滤波结构的边缘锐利，从而引起散射光束在第一滤波结构边缘处的衍射，本申请实施例还可以将第一滤波结构中封闭状的滤波结构的内周壁、挡光结构的边缘和挡光件的边缘设置为非锐利边缘结构，如设置成锯齿状态，或设置成波浪形等，此处对非锐利边缘结构的形态不做具体限制。

- [0089] 因为本申请实施例可以将第一滤波结构的边缘设置为非锐利边缘结构，从而减少了散射光束在第一滤波结构中封闭状的滤波结构的内周壁、挡光结构的边缘和挡光件的边缘所引起的衍射现象，也进一步提升了获取待检测对象中缺陷信号的准确性。
- [0090] 下面接着对上述实施例中的第二滤波结构进行详细描述：
- [0091] 作为一种可选的实施例，第二滤波结构中的多个挡光件设置于一个平面内或多个平面内，且上述一个平面或多个平面垂直于散射光束的传播方向。
- [0092] 具体的，当多个挡光件设置于同一个平面内时，可以设置相邻两个挡光件之间的间隔固定，并设置该平面内的多个挡光件由同一个驱动结构驱动，以使得通过同一驱动机构将设置于同一平面内的多个挡光件驱动至与光瞳面基本重叠，且这种通过同一驱动机构驱动多个挡光件的驱动方式，使得通过一次驱动，即可将多个挡光件驱动至光瞳面的位置，从而提升了利用第一过滤结构滤波的便捷性。
- [0093] 需要说明的是，当多个挡光件设置于同一平面内，由同一驱动机构进行驱动时，因为要预先固定设置相邻两个挡光件的距离，而相邻两个挡光件之间的间隔距离取决于待检测对象中周期排布的结构单元之间的间距，故这种将多个挡光件设置于同一平面内，由同一驱动结构进行驱动的方式，使得只能对固定类型的待检测对象中的缺陷进行检测。
- [0094] 针对上述问题，本申请实施例还可以设置多个挡光件中的每个挡光件由独立的驱动机构进行驱动，这样通过各自独立的驱动结构，就可以改变相邻两个挡光件之间的距离，从而适应于不同类型的待检测对象，从而提升了对不同类型的待检测对象进行检测的便捷性。
- [0095] 具体的，当多个挡光件设置于不同的平面内时，为了实现不同平面内的挡光件可以完全遮挡住光瞳面中周期排布的结构单元所产生的次级衍射光斑，可以为每个平面内的多个挡光件设置一个驱动机构，以使得该驱动机构将该平面内的多个挡光件驱动至与光瞳面重叠的位置处，以遮挡光瞳面对应位置的次级衍射光斑。
- [0096] 为方便理解，下面举例说明：

- [0097] 假设如图5所示，在光瞳面中存在 $N \times N$ （ N 为大于等于2的正整数）个次级衍射光斑，为方便说明，假设 $N=6$ ，则可以将3个挡光件设置在第一平面内，而将另外3个挡光件设置在第二平面内，并为第一平面内的3个挡光件设置第一驱动机构，为第二平面内的3个挡光件设置第二驱动机构，从而使得第一驱动机构将第一平面内的3个挡光件驱动至图5的第一位置501处，而第二驱动机构将第二平面内的3个挡光件驱动至图5的第二位置502处，以使得多个挡光件可以完成遮盖主光瞳面中的 6×6 个衍射光斑。
- [0098] 需要说明是，为了给出第一位置501和第二位置502的示意，在图5中是将3个挡光件显示在同一平面内，但在实际应用场景中，第一平面和第二平面是不同的两个平面。
- [0099] 进一步，当多个挡光件设置于不同的平面内时，还可以设置不同平面的挡光件部分层叠设置，这样相当于加宽了挡光件的宽度，从而提升了挡光件遮挡多个次级衍射光斑的精准性，为方便理解，图6给出了部分层叠设置的挡光件的示意图。
- [0100] 进一步，为了实现对多个不同类型的待检测对象的检测，本申请实施例还可以为不同平面中的每个挡光件设置对应的驱动机构，以使得通过各自独立的驱动结构，改变相邻两个挡光件之间的距离，从而适应于不同类型的待检测对象，提升对不同类型的待检测对象进行检测的便捷性。
- [0101] 作为一种具体的实施例，如图7所示，本申请实施例可以通过伺服电机701带动滚珠丝杠702，以推动第二滤波结构中的每个挡光件703沿导轨704进行滑动，从而将第二滤波结构中的每个挡光件703驱动至光瞳面中的对应位置，以遮挡光瞳面中对应位置处的衍射光斑。
- [0102] 作为一种可选的实施例，为了避免第二滤波结构的边缘锐利，从而引起散射光束在第二滤波结构边缘处的衍射，本申请实施例还可以将第二滤波结构中挡光件的边缘设置为非锐利边缘结构，如设置成锯齿状态，或设置成波浪形等，此处对非锐利边缘结构的形态不做具体限制。

- [0103] 因为本申请实施例可以将第二滤波结构的边缘设置为非锐利边缘结构，从而减少了散射光束在第二滤波结构中挡光件的边缘处所引起的衍射现象，也进一步提升了获取待检测对象中缺陷信号的准确性。
- [0104] 作为一种可选的实施例，当滤波结构包括第一滤波结构和第二滤波结构时，因为本申请实施例要求第一滤波结构和第二滤波结构都要与光瞳面重叠设置，而因为周期排布的结构单元所生成的次级衍射光斑的直径较小，故为了实现周期排布的结构单元所生成的次级衍射光斑的精准滤波，本申请实施例将第二滤波结构设置于光瞳面处，而将第一滤波结构设置于光瞳面前方或者后方0.1mm至2mm的第一位置处（如将第一滤波结构设置于距离光瞳面 $\pm 1\text{mm}$ 处），使得第一滤波结构尽可能的接近光瞳面的位置，以实现对待检测对象的粗糙表面所形成的散射光斑和周期结构单元所生成的主衍射信号（也即主衍射光斑）的精准滤波。
- [0105] 进一步，当第二滤波结构设置在多个平面内时，还可以是将多个平面内的一个平面设置在光瞳面处，而将其他平面设置在光瞳面前方或后方的0.1mm至2mm的第二位置处，使得其他平面也尽可能的接近光瞳面的位置，以实现对待检测对象的周期结构单元的次级衍射光斑的精准滤波。
- [0106] 作为一种可选的实施例，为了降低第一滤波结构和/或第二滤波结构对光线的反射率，本申请实施例还可以在第二滤波结构的表面涂覆有防反光膜，以降低第二滤波结构的反光率。
- [0107] 具体的，可以是对第一滤波结构和/或第二滤波结构的表面涂黑处理，以降低第一滤波结构和/或第二滤波结构的反光率。
- [0108] 具体的，当待检测对象为晶圆时，因为在图像晶圆缺陷检测的场景中，光学噪声主要有两类，第一类是晶圆背景图案对入射光的衍射，包括主衍射次级和高阶衍射级次，由于晶圆的背景图像呈规律分布，故背景图像的衍射光空间频域上呈现离散分布，其离散分布规律决定于背景图像，其中，主衍射次级则分布在主平面内，强度高且呈一维特征，但不同的背景图像的主衍射次级分布有差异，但都集中在中心条带中；第二类光学噪声为晶圆粗糙基底所导致的散射光，因为基底粗糙起伏具有随机性，故散射光在频域上呈现连续分布。

- [0109] 基于这两类光噪声的分布特征，本申请实施例可以采用两级滤波结构，其中，第一滤波结构用于抑制包含待检测对象粗糙表面的散射信号和周期排布的结构单元的主衍射信号中的两者或后者进行滤波，第二滤波结构则用于抑制包括第一类光噪声中的高阶衍射，从而更好地抑制噪声，提高信噪比，提高检测精度。
- [0110] 进一步，本申请实施例中的第一滤波结构和第二滤波结构可以在同一光瞳面实现两重滤波，提升了对光学噪声的滤波效果，针对图形晶圆暗场缺陷检测高效滤除光噪声的需求，本申请实施例可以在同一光瞳面实现两种噪声的滤波，从而相比于现有技术中在光学检测系统中加入中继光学装置实现两个光瞳面的方案而言，不会引入像差等光学误差，保证了检测精度。
- [0111] 下面接着对本申请实施例中的光学检测系统进行描述，请参阅图8：
- [0112] 本申请实施例中的光学检测系统包括光源801、物镜802、滤波结构803、管镜系统804和探测器805；
- [0113] 具体的，光源801用于以预设角度向待检测对象806发送预设波段的光束，其中，这里的光源801可以是红光激光器、蓝光激光器或LED光源等，此处对光源801的类型不做具体限制。
- [0114] 物镜802，用于接收待检测对象的散射光束，并将散射光束聚焦至光瞳面；
- [0115] 这里的光瞳面为物镜802的后焦面。
- [0116] 滤波结构803，与光瞳面基本重叠设置，以用于对待检测对象中待检测对象粗糙表面的散射信号和周期排布的结构单元的主衍射信号中的两者或后者进行滤波，和对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波；
- [0117] 需要说明的是，这里的滤波结构803与上述实施例中的描述的类似，可以相互参照，此处不再赘述。
- [0118] 管镜系统804，用于将待检测对象成像至探测器805；
- [0119] 其中，这里的物镜802和管镜系统804，与现有技术中描述的类似，此处也不再赘述。
- [0120] 探测器805，用于根据待检测对象的像，对待检测对象中的缺陷进行检测。

- [0121] 具体的，探测器805可以为光电二极管、光电探测器或雪崩光电探测器等，此处对探测器805的类型不做具体限制。
- [0122] 本申请实施例中光学检测系统用于对待检测对象中的缺陷进行检测，在检测过程中，滤波结构803包括第一滤波结构和第二滤波结构，其中，第一滤波结构用于对待检测对象中粗糙表面的散射信号和周期排布的结构单元的主衍射信号中的两者或后者进行滤波，第二滤波结构用于对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波，从而使得在对待检测对象中的缺陷进行检测时，可以通过第一滤波结构对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波，和通过第二滤波结构对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波，从而提升了获取待检测对象中缺陷信号的准确性。
- [0123] 作为一种可选的实施例，基于图8所述的实施例，因为将滤波结构803中第一滤波结构和第二滤波结构的边缘设置为非锐利边缘结构，从而避免了第一滤波结构和第二滤波结构对散射光束所引起的衍射现象，从而提升了光学检测系统的泊松散射分辨率，使得即使在探测器805的分辨率小于光学检测系统的泊松散射分辨率的情况下，也可以对待检测对象中的缺陷进行检测。
- [0124] 其中，光学检测系统的泊松散射分辨率也称为PSF(Point Spread Function)分辨精度，用于评价光学检测系统的成像质量，因为第一滤波结构和/或第二滤波结构的非锐利结构的边缘可以抑制散射光束所引起的衍射现象，使得待检测对象的成像中的光能量主要集中在中心，使得即使在探测器805的分辨率小于光学检测系统的泊松散射分辨率的情况下，也可以对待检测对象中的缺陷进行检测。
- [0125] 作为一种可选的实施例，基于图8所述的实施例，为了提升对光瞳面的观测，本申请实施例还可以设置可切入反射镜807、光瞳成像管镜808和光瞳成像探测器809，以使得可切入反射镜807在切入至管镜系统804和探测器805之间时，将散射光束反射至光瞳成像管镜808，其中，光瞳成像管镜808用于将光瞳面成像至光瞳成像探测器809，光瞳成像探测器809，用于根据光瞳面的像对光瞳面进行观测。
- [0126] 可选的，可切入反射镜807还可以切入至滤波结构803和管镜系统804之间，从而将散射光束反射至光瞳成像管镜808，其中，光瞳成像管镜808用于将光瞳面成

像至光瞳成像探测器809，光瞳成像探测器809，用于根据光瞳面的像对光瞳面进行观测。

- [0127] 本申请实施例中，为了实现对光瞳面中滤波情况的观测，本申请实施例还可以将光瞳面成像至光瞳成像探测器809，从而使得通过光瞳成像探测器809即可观测到光瞳面的成像情况，从而提升了对光瞳面观测的便捷性。
- [0128] 作为一种可选的实施例，当滤波结构803包括第一滤波结构8031和第二滤波结构8032时，若第二滤波结构8032中的多个挡光件设置于同一平面时，则将第二滤波结构8032设置于光瞳面处，而沿散射光束的传播方向，将第一滤波结构8031设置于光瞳面前方0.1mm至2mm处，或者将第一滤波结构8031设置于光瞳面后方0.1mm至2mm处，以使得第一滤波结构8031尽可能地接近光瞳面，以通过第一滤波结构8031对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号和/或对待检测对象粗糙表面的散射光斑进行滤波，而通过第二滤波结构8032对待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波，为方便理解，图9给出了第一滤波结构8031和第二滤波结构8032的位置示意图。
- [0129] 作为另一种可选的实施例，当滤波结构803包括第一滤波结构8031和第二滤波结构8032时，若第二滤波结构8032中的多个挡光件设置于多个平面时，则可以将多个平面中的一个平面与光瞳面重叠设置，而将多个平面中的其他平面沿散射光束的传播方向，设置于光瞳面前方0.1mm至2mm处，而将第一滤波结构沿散射光束的传播方向，设置于光瞳面后方0.1mm至2mm处；
- [0130] 或者，是将多个平面中的其他平面沿散射光束的传播方向，设置于光瞳面后方0.1mm至2mm处，而将第一滤波结构沿散射光束的传播方向，设置于光瞳面前方0.1mm至2mm处，为方便理解，图10给出了第一滤波结构8031和第二滤波结构8032的位置示意图。
- [0131] 因为申请实施例中，待检测对象因为周期排布的结构单元所生成的衍射光斑的直径较小，故为了实现对周期排布的结构单元所生成的衍射光斑的精准滤波，本申请实施例将第二滤波结构8032设置于光瞳面处，而让第一滤波结构8031尽可能的接近于光瞳面处，从而实现了对待检测对象中周期结构单元所生成的次级衍射光斑的精准滤波。

- [0132] 作为一种可选的实施例，为了控制入射光束照射至待检测对象表面的光斑大小，本申请实施例还可以在光源801和待检测对象806之间设置扩束整型模块810，其中，扩束整型模块810包括扩束镜和整型元件，其中，扩束镜用于对光源进行扩束，以得到预设大小的光斑，而整型元件为具有二维结构的相位元件，以实现扩束后光束的整型，以达到控制入射光的数值孔径NA的目的，为方便理解，图11给出了包含可切入反射镜807、光瞳成像管镜808和光瞳成像探测器809和扩束整型模块810的光学检测系统的示意图。
- [0133] 下面基于图11中的光学检测系统，对光学检测系统的光学检测方法进行描述，请参阅图12：
- [0134] 1201、利用光瞳成像探测器对光瞳面的像进行观测，以获取散射信号在所述光瞳面中的分布状态；
- [0135] 本申请实施例中的可切入反射镜807、光瞳成像管镜808和光瞳成像探测器809，用于相互配合，将光瞳面成像至光瞳成像探测器809，从而使得可以通过光瞳成像探测器809对光瞳面的像进行观测。
- [0136] 这样，就可以使得通过光瞳探测器对光瞳面的像进行观测，以获取散射信号在光瞳面中的分布状态，故根据待检测对象粗糙表面的散射信号的位置和形状，选择适配的第一滤波结构，也即根据待检测对象粗糙表面的散射信号的位置和形状，从图3的第一滤波结构中选择适配的第一滤波结构。
- [0137] 1202、驱动适配的第一滤波结构对所述散射信号中待检测对象粗糙表面的散射信号及待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号中的两者或者后者进行滤波；
- [0138] 当确定了适配的第一滤波结构8031后，则可以驱动适配的第一滤波结构8031对散射信号中待检测对象粗糙表面的散射信号及待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波，具体的，当同时存在第一滤波结构和第二滤波结构时，则是沿散射光束的传播方向，将第一滤波结构设置于光瞳面前方或后方的0.1mm至2mm处，以使得对待检测对象粗糙表面的散射信号及待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波。

- [0139] 1203、驱动第二滤波结构对所述散射信号中待检测对象中结构单元的次级衍射信号进行滤波。
- [0140] 当光瞳面中还存在待检测对象中结构单元所产生的次级衍射信号（次级衍射光斑）时，则驱动第二滤波结构对散射信号中待检测对象中结构单元的次级衍射信号进行滤波，从而提升对光瞳面中散射信号滤波的精准性。
- [0141] 以上所述，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种滤波结构，其特征在于，包括：
- 第一滤波结构，用于对待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号进行滤波；
- 和第二滤波结构，用于对所述待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射光斑进行滤波；其中：
- 所述第一滤波结构包括至少一个外周为封闭状的滤波结构，当所述待检测对象中设置有结构单元时，所述封闭状的滤波结构内还设置有连接所述滤波结构任意两端的挡光结构；
- 所述第二滤波结构包括平行设置的多个挡光件，其中，所述挡光件在所述次级衍射光斑所在平面的投影不小于所述次级衍射光斑的直径。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，连接所述滤波结构任意两端的挡光结构的方位适应于所述待检测对象粗糙表面散射光斑的位置及形状。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的滤波结构，其特征在于，设置于所述封闭状的滤波结构内的适应于待检测对象粗糙表面散射光斑的位置及形状的挡光结构包括：设置于所述挡光结构一端的弓形挡光结构、设置于所述挡光结构两端的弓形挡光结构、设置于所述挡光结构中任一位置的多边形挡光结构或设置于所述挡光结构中任一位置的圆形挡光结构。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述滤波结构设置于光学检测系统中，所述第一滤波结构为多个，多个第一滤波结构设置于同一平面，且相邻两个第一滤波结构的中心之间的距离不小于所述光学检测系统的光瞳面的直径。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的滤波结构，其特征在于，所述多个第一滤波结构通过驱动机构进行驱动，当切换所述待检测对象时，通过所

述驱动机构驱动不同的所述第一滤波结构与所述光瞳面基本重叠设置。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述封闭状的滤波结构的内周壁、所述挡光结构的边缘和所述挡光件的边缘设置为非锐利边缘结构。

[权利要求 7] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述滤波结构设置于光学检测系统中，若所述光学检测系统中光瞳面的直径为D，所述挡光件的宽度为d，则所述挡光件的数量N按照如下公式计算：

[数1_ql_0001]

$$N \geq \frac{D}{d}$$

。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述多个挡光件设置于至少一个平面内，且所述至少一个平面中的每个平面都垂直于散射光束的传播方向。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的滤波结构，其特征在于，所述多个挡光件设置于多个平面，且不同平面内的所述挡光件部分层叠设置。

[权利要求 10] 根据权利要求8所述的滤波结构，其特征在于，所述滤波结构设置于光学检测系统中，每个平面中相邻两个所述挡光件之间的间隔固定设置，每个平面中的多个挡光件由同一驱动机构进行驱动，以使得每个平面中的多个挡光件与所述光学检测系统中的光瞳面基本重叠设置，以遮挡所述光瞳面对应位置的衍射光斑。

[权利要求 11] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述滤波结构设置于光学检测系统中，每个所述挡光件由独立的驱动机构进行驱动，以使得通过多个独立的驱动机构分别驱动对应的挡光件与所述光学检测系统中的光瞳面基本重叠设置。

[权利要求 12] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述挡光件的边缘设置为非锐利边缘结构。

- [权利要求 13] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述第一滤波结构和/或所述第二滤波结构的表面涂覆有防反光膜，以降低所述第一滤波结构和/或所述第二滤波结构的反光率。
- [权利要求 14] 根据权利要求1所述的滤波结构，其特征在于，所述挡光件包括条形挡光件、圆柱形挡光件、锯齿形挡光件或波浪形挡光件。
- [权利要求 15] 一种光学检测系统，其特征在于，包括：
光源，用于以预设角度向待检测对象发射预设波段的相干光束；
物镜，用于接收所述待检测对象的散射光束，并将所述散射光束中的平行光束或近平行光束聚焦至光瞳面；
与所述光瞳面基本重叠设置的如权利要求1至14中任一项所述的滤波结构；
管镜系统，用于将所述待检测对象成像至探测器；
所述探测器，用于根据所述待检测对象的像，对所述待检测对象中的缺陷进行检测。
- [权利要求 16] 根据权利要求15所述的系统，其特征在于，所述光学检测系统还包括：可切入反射镜、光瞳成像管镜和光瞳成像探测器；
其中，所述可切入反射镜用于切入至所述管镜系统和所述探测器之间，以改变所述散射光束的传播方向，以使得所述散射光束入射至所述光瞳成像管镜；或，所述可切入反射镜用于切入至所述滤波结构与所述管镜系统之间，以改变所述散射光束的传播方向，以使得所述散射光束入射至所述光瞳成像管镜；
所述光瞳成像管镜用于将所述光瞳面成像至所述光瞳成像探测器；
所述光瞳成像探测器，用于根据所述光瞳面的像对所述光瞳面进行观测。
- [权利要求 17] 根据权利要求15所述的系统，其特征在于，所述滤波结构包括第一滤波结构和第二滤波结构，其中，所述第二滤波结构包括设置于多个平面的多个挡光件，所述多个平面中的一个平面与所述光瞳面重叠设置，所述多个平面中的其他平面沿散射光束的传播方向，设置

于所述光瞳面的前方0.1mm至2mm处，所述第一滤波结构沿散射光束的传播方向，设置于所述光瞳面的后方0.1mm至2mm处；

或，所述多个平面中的其他平面沿散射光束的传播方向，设置于所述光瞳面的后方0.1mm至2mm处，所述第一滤波结构沿散射光束的传播方向，设置于所述光瞳面的前方0.1mm至2mm处。

[权利要求 18] 根据权利要求15所述的系统，其特征在于，所述滤波结构包括第一滤波结构和第二滤波结构，其中，所述第二滤波结构包括平行设置的多个条形挡光件，所述条形挡光件的宽度关联于周期排布的结构单元的次级衍射光斑的直径，所述条形挡光件的长度不小于所述光瞳面的直径，所述条形挡光件的数量关联于所述光瞳面的直径和每个条形挡光件的宽度。

[权利要求 19] 根据权利要求15所述的系统，其特征在于，所述光学检测系统还包括设置于所述光源和所述待检测对象之间的扩束整型模块，其中，所述扩束整型模块包括扩束镜和整型元件，所述整型元件包括具有二维结构的相位元件。

[权利要求 20] 一种光学检测方法，其特征在于，应用于权利要求15至19中任一项所述的光学检测系统，所述方法包括：

利用光瞳成像探测器对光瞳面的像进行观测，以获取散射信号在所述光瞳面中的分布状态；

驱动适配的第一滤波结构对所述散射信号中待检测对象粗糙表面的散射信号及待检测对象中周期排布的结构单元的主衍射信号中的两者或后者进行滤波；

驱动第二滤波结构对所述散射信号中待检测对象中周期排布的结构单元的次级衍射信号进行滤波。