



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109656106 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(21)申请号 201910072613.9

(22)申请日 2019.01.25

(71)申请人 墨研计算科学(南京)有限公司  
地址 210031 江苏省南京市江北新区星火路9号软件大厦B座407-80室

(72)发明人 阎江 梁文青

(74)专利代理机构 北京弘权知识产权代理事务所(普通合伙) 11363  
代理人 逯长明 许伟群

(51)Int.Cl.  
G03F 7/20(2006.01)

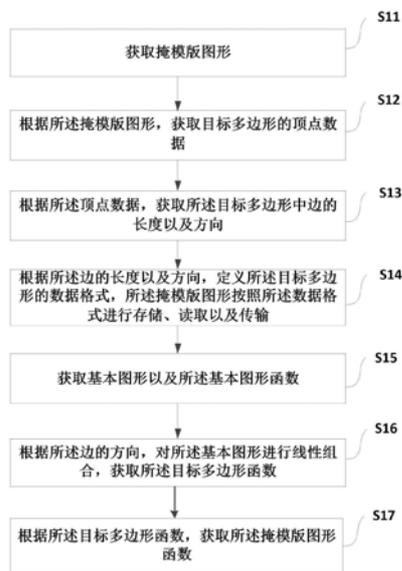
权利要求书4页 说明书14页 附图5页

(54)发明名称

一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置

(57)摘要

本申请公开了一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置,在所述方法中,通过多边形的顶点数据,获取多边形中边的长度以及方向,并根据所述边的长度以及方向定义多边形的数据格式,令掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输。相较于现有技术,本申请公开的方法,通过对掩模版图形中多边形的边进行存储,有效的减小了掩模版图形的存储空间,并使得掩模版图形的数据在计算机程序之间能够实现快速读取以及传输。并且,在获取掩模版图形函数时,基于多边形中边的方向,对基本图形函数进行线性组合,提高计算光刻的效率。



1. 一种计算光刻中掩模版的处理方法,其特征在于,包括:

获取掩模版图形,其中,所述掩模版图形包括多个多边形;

根据所述掩模版图形,获取目标多边形的顶点数据,其中,所述目标多边形为所述掩模版图形中的任意一个多边形,所述顶点数据为所述目标多边形的顶点坐标集合;

根据所述顶点数据,获取所述目标多边形中边的长度以及方向;

根据所述边的长度以及方向,定义所述目标多边形的数据格式,所述掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输;

获取基本图形以及所述基本图形函数,其中,所述基本图形包括直角梯形、V形以及矩形中的至少一种,相应的,所述基本图形函数包括所述直角梯形函数、所述V形函数以及所述矩形函数中的至少一种;

根据所述边的方向,对所述基本图形进行线性组合,获取所述目标多边形函数,所述目标多边形函数为所述基本图形函数的线性组合;

根据所述目标多边形函数,获取所述掩模版图形函数,所述掩模版图形函数包括所有的多边形函数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,当需要获取晶圆表面的光强分布时,所述方法还包括:

当所述基本图形包括V形和/或矩形时,获取第一关系式以及第二关系式,并根据所述第一关系式以及所述第二关系式,将所述V形和/或所述矩形通过所述直角梯形表述,其中,所述第一关系式为所述V形函数与所述直角梯形函数之间的关系式,所述第二关系式为所述矩形函数与所述直角梯形函数之间的关系式;

获取基函数,并根据所述直角梯形函数以及所述基函数,获取所述直角梯形的预计算场强,所述基函数为对光学系统中的交叉传递函数进行特征值分解之后所获得的核函数;

根据所述直角梯形的预计算场强、所述第一关系式以及所述第二关系式,获取所述V形的预计算场强以及所述矩形的预计算场强;

根据所述直角梯形的预计算场强、所述V形的预计算场强、所述矩形的预计算场强以及所述基函数,获取所述晶圆表面的光强分布。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述目标多边形的顶点数据为:

$$\text{Mask} := \{ (x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_j, y_j), \dots, (x_n, y_n) \};$$

其中,Mask:表示所述目标多边形,  $(x_0, y_0)$  表示所述目标多边形的首个顶点的坐标,  $(x_j, y_j)$  表示所述目标多边形的第j+1个顶点的坐标,所述目标多边形的外轮廓包括n+1个顶点。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述顶点数据,获取所述目标多边形中边的长度以及方向,包括:

通过以下公式获取所述边的长度:

$$l = \max(|x_j - x_{j+1}|, |y_j - y_{j+1}|);$$

其中,l表示所述边的长度;

获取向量  $\overrightarrow{(x_j, y_j) (x_{j+1}, y_{j+1})}$  与向量  $\overrightarrow{(1, 0)}$  之间的夹角,所述夹角的大小为  $\frac{\pi}{4}$  的整数倍;

获取所述夹角相较于 $\frac{\pi}{4}$ 的整数倍,并将所述整数倍定义为所述边的方向。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述根据所述边的长度以及方向,定义所述目标多边形的数据格式,包括:

根据所述边的长度以及方向,通过以下公式获取所述目标多边形的定义格式:

$$Mask := \left\{ \begin{array}{l} (x_0, y_0), (k_0, l_0), (k_1, l_1), \dots, (k_j, l_j), \dots, (k_n, l_n) \\ (x_0^i, y_0^i), (k_0^i, l_0^i), (k_1^i, l_1^i), \dots, (k_j^i, l_j^i), \dots, (k_m^i, l_m^i) \end{array} \right\};$$

其中,  $k$  表示所述边的方向,  $i$  表示所述目标多边形为复杂多边形,  $i$  用于标识所述目标多边形是否有洞, 所述目标多边形的内轮廓包括  $m+1$  个顶点;

根据所述目标多边形的定义格式, 定义所述目标多边形的数据格式。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于,

所述直角梯形函数为:

$$T_{(x,y;x_{T0},y_{T0})} = \begin{cases} 1, y \geq y_{T0}, x + y \geq x_{T0} + y_{T0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

其中,  $T_{(x,y;x_{T0},y_{T0})}$  表示所述直角梯形函数,  $T0$  表示所述直角梯形中的首个顶点,  $(x_{T0}, y_{T0})$  表示所述直角梯形的首个顶点的坐标;

所述V形函数为:

$$V_{(x,y;x_{V0},y_{V0})} = \begin{cases} 1, x - y \leq x_{V0} - y_{V0}, x + y \geq x_{V0} + y_{V0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

其中,  $V_{(x,y;x_{V0},y_{V0})}$  表示所述V形函数,  $V0$  表示所述V形中的首个顶点,  $(x_{V0}, y_{V0})$  表示所述V形的首个顶点的坐标;

所述矩形函数为:

$$R_{(x,y;x_{R0},y_{R0})} = \begin{cases} 1, y \geq y_{R0}, x \geq x_{R0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

其中,  $R_{(x,y;x_{R0},y_{R0})}$  表示所述矩形函数,  $R0$  表示所述矩形中的首个顶点,  $(x_{R0}, y_{R0})$  表示所述矩形的首个顶点的坐标。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述边的方向, 对所述基本图形进行线性组合, 获取所述目标多边形函数, 包括:

根据以下六种情况中边的方向, 对所述基本图形函数进行线性组合, 获取所述目标多边形函数:

71)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (0, 1)$  or  $(4, 5)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$m(x, y) += +V(x, y; x_j, y_j) - T(x, y; x_j, y_j);$$

72)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (0, 2)$  or  $(4, 5)$  or  $(0, 6)$  or  $(4, 2)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$m(x, y) += -R(x, y; x_j, y_j);$$

73)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (0, 7)$  or  $(4, 3)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$m(x, y) += -T(x, y; x_j, y_j);$$

74)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (1, 3)$  or  $(1, 7)$  or  $(5, 7)$  or  $(5, 7)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$m(x, y) += -V(x, y; x_j, y_j);$$

75)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (1, 2)$  or  $(5, 6)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$m(x, y) += -V(x, y; x_j, y_j) + T(x, y; x_j, y_j) - R(x, y; x_j, y_j);$$

76)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (2, 3)$  or  $(6, 7)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$m(x, y) += -T(x, y; x_j, y_j) + R(x, y; x_j, y_j);$$

其中,  $k_{j-1}, k_j$  表示所述目标多边形中两个相邻边的方向,  $m(x, y)$  表示所述目标多边形函数。

8. 根据权利要求2所述的方法, 其特征在于,

所述第一关系式为:

$$V(x, y) = 1 - T(x, -y) - T(y, -x);$$

其中,  $V(x, y)$  表示所述V形函数,  $T(x, y)$  表示所述直角梯形函数;

所述第二关系式为:

$$R(x, y) = 1 - T(-y, -x) - T(-y, x);$$

其中,  $R(x, y)$  表示所述矩形函数。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述直角梯形的预计算场强、所述第一关系式以及所述第二关系式, 获取所述V形的预计算场强以及所述矩形的预计算场强, 包括:

根据以下公式获取所述V形的预计算场强:

$$E_o^V(x, y) = 1 - E_o^T(-y, -x) - E_o^T(-y, x);$$

其中,  $E_o^V(x, y)$  表示所述V形的预计算场强,  $E_o^T(x, y)$  表示所述直角梯形的预计算场强,  $o$  表示所述基函数的阶数;

根据以下公式获取所述矩形的预计算场强:

$$E_o^R(x, y) = 1 - E_o^T(x, -y) - E_o^T(y, -x);$$

其中,  $E_o^R(x, y)$  表示所述矩形的预计算场强。

10. 一种计算光刻中掩模版的处理装置, 其特征在于, 包括:

第一获取模块, 用于获取掩模版图形, 其中, 所述掩模版图形包括多个多边形;

第二获取模块, 用于根据所述掩模版图形, 获取目标多边形的顶点数据, 其中, 所述目标多边形为所述掩模版图形中的任意一个多边形, 所述顶点数据为所述目标多边形的顶点坐标集合;

第三获取模块, 用于根据所述顶点数据, 获取所述目标多边形中边的长度以及方向;

数据格式定义模块, 用于根据所述边的长度以及方向, 定义所述目标多边形的数据格式, 所述掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输;

第四获取模块, 用于获取基本图形以及所述基本图形函数, 其中, 所述基本图形包括直角梯形、V形以及矩形中的至少一种, 相应的, 所述基本图形函数包括所述直角梯形函数、所

述V形函数以及所述矩形函数中的至少一种；

第五获取模块,用于根据所述边的方向,对所述基本图形进行线性组合,获取所述目标多边形函数,所述目标多边形函数为所述基本图形函数的线性组合；

第六获取模块,用于根据所述目标多边形函数,获取所述掩模版图形函数,所述掩模版图形函数包括所有的多边形函数。

## 一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及计算光刻技术领域,尤其涉及一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置。

### 背景技术

[0002] 光刻工艺是集成电路制造中的一个重要工艺步骤,通过利用光化学反应原理,将预先设计在掩模版上的图形转印到晶圆表面上,其主要流程可以通过光刻模型体现,光刻模型包括:光源、聚光透镜、掩模版、投影光瞳、投影透镜以及晶圆。结合光刻模型,光刻工艺过程包括:从每一光源发出的光线经聚光透镜后成为平行光,该平行光照射到掩模版上,使掩模版上的图案,经过投影光瞳以及投影透镜,在晶圆表面上成像,因此晶圆表面又称为成像平面。其中,光源由一系列互不相干的点光源组成,投影光瞳用于限定所能通过的光线的频率范围,光源在成像平面上形成了光强分布,掩模版的图形由数个多边形组成,每个多边形通常包含有 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $225^\circ$ 以及 $270^\circ$ 等内角。

[0003] 随着光刻系统中掩模版的图形日趋复杂,为了尽量减小晶圆表面最终的成像图形和掩模版图形之间的误差,一般需要通过计算光刻获取晶圆表面上的光强分布,进而从理论上对光刻工艺过程中的工艺参数进行优化。

[0004] 计算光刻主要是根据光源函数、光瞳函数以及掩模版图形函数,通过一系列的计算,获取晶圆表面的光强分布。其中,由于掩模版的图形比较复杂,所以在获取掩模版图形函数时难度比较大。这种情况下,通常需要先对掩模版图形进行分解,将掩模版图形中的多边形分解为多个简单的基本图形,例如分解成多个矩形及等腰直角三角形。然后,针对分解所得的基本图形,对基本图形的函数进行线性组合,进而获取掩模版图形函数。

[0005] 但是,申请人在本发明的研究过程中发现,现有技术中的掩模版处理方法分别具有以下缺点:一方面,对掩模版图形进行分解后,所获取的基本图形的数量将成倍于原始的掩模版图形,数量巨大的基本图形增加了计算光刻所需的内存开销,尤其是在掩模版图形复杂度较高的情况下,现有技术中提供的掩模版处理方法,将需要大量的时间及空间对基本图形进行存储、读取以及传输。另一方面,在获取掩模版图形函数时,首先需要对掩模版图形进行分解,然后根据分解的结果,获取分解所得的基本图形的函数,接着对基本图形函数进行线性组合,进而获得掩模版图形函数。实际操作过程中,不仅步骤繁琐,而且如果掩模版图形比较复杂,那么将掩模版图形分解成数量巨大的基本图形之后,再对数量巨大的基本图形函数进行线性组合,将极大的增加掩模版函数获取的工作量,使得计算光刻的效率低下。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术中对掩模版的处理方法导致需要大量的时间及空间对基本图形进行存储、读取以及传输,以及使得计算光刻效率低下的问题,本申请公开了一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置。

- [0007] 第一方面,本申请公开的一种计算光刻中掩模版的处理方法,包括:
- [0008] 获取掩模版图形,其中,所述掩模版图形包括多个多边形;
- [0009] 根据所述掩模版图形,获取目标多边形的顶点数据,其中,所述目标多边形为所述掩模版图形中的任意一个多边形,所述顶点数据为所述目标多边形的顶点坐标集合;
- [0010] 根据所述顶点数据,获取所述目标多边形中边的长度以及方向;
- [0011] 根据所述边的长度以及方向,定义所述目标多边形的数据格式,所述掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输;
- [0012] 获取基本图形以及所述基本图形函数,其中,所述基本图形包括直角梯形、V形以及矩形中的至少一种,相应的,所述基本图形函数包括所述直角梯形函数、所述V形函数以及所述矩形函数中的至少一种;
- [0013] 根据所述边的方向,对所述基本图形进行线性组合,获取所述目标多边形函数,所述目标多边形函数为所述基本图形函数的线性组合;
- [0014] 根据所述目标多边形函数,获取所述掩模版图形函数,所述掩模版图形函数包括所有的多边形函数。
- [0015] 可选的,当需要获取晶圆表面的光强分布时,所述方法还包括:
- [0016] 当所述基本图形包括V形和/或矩形时,获取第一关系式以及第二关系式,并根据所述第一关系式以及所述第二关系式,将所述V形和/或所述矩形通过所述直角梯形表述,其中,所述第一关系式为所述V形函数与所述直角梯形函数之间的关系式,所述第二关系式为所述矩形函数与所述直角梯形函数之间的关系式;
- [0017] 获取基函数,并根据所述直角梯形函数以及所述基函数,获取所述直角梯形的预计算场强,所述基函数为对光学系统中的交叉传递函数进行特征值分解之后所获得的核函数;
- [0018] 根据所述直角梯形的预计算场强、所述第一关系式以及所述第二关系式,获取所述V形的预计算场强以及所述矩形的预计算场强;
- [0019] 根据所述直角梯形的预计算场强、所述V形的预计算场强、所述矩形的预计算场强以及所述基函数,获取所述晶圆表面的光强分布。
- [0020] 可选的,所述目标多边形的顶点数据为:
- [0021]  $Mask := \{(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_j, y_j), \dots, (x_n, y_n)\}$ ;
- [0022] 其中,Mask:表示所述目标多边形, $(x_0, y_0)$ 表示所述目标多边形的首个顶点的坐标, $(x_j, y_j)$ 表示所述目标多边形的第j+1个顶点的坐标,所述目标多边形的外轮廓包括n+1个顶点。
- [0023] 可选的,所述根据所述顶点数据,获取所述目标多边形中边的长度以及方向,包括:
- [0024] 通过以下公式获取所述边的长度:
- [0025]  $l = \max(|x_j - x_{j+1}|, |y_j - y_{j+1}|)$ ;
- [0026] 其中,l表示所述边的长度;
- [0027] 获取向量 $\overrightarrow{(x_j, y_j) (x_{j+1}, y_{j+1})}$ 与向量 $\overrightarrow{(1, 0)}$ 之间的夹角,所述夹角的大小为 $\frac{\pi}{4}$ 的整数倍;

[0028] 获取所述夹角相较于 $\frac{\pi}{4}$ 的整数倍,并将所述整数倍定义为所述边的方向。

[0029] 可选的,所述根据所述边的长度以及方向,定义所述目标多边形的数据格式,包括:

[0030] 根据所述边的长度以及方向,通过以下公式获取所述目标多边形的定义格式:

$$[0031] \quad Mask := \left\{ \begin{array}{l} (x_0, y_0), (k_0, l_0), (k_1, l_1), \dots, (k_j, l_j), \dots, (k_n, l_n) \\ (x_0^i, y_0^i), (k_0^i, l_0^i), (k_1^i, l_1^i), \dots, (k_j^i, l_j^i), \dots, (k_m^i, l_m^i) \end{array} \right\};$$

[0032] 其中,k表示所述边的方向,i表示所述目标多边形为复杂多边形,i用于标识所述目标多边形是否有洞,所述目标多边形的内轮廓包括m+1个顶点;

[0033] 根据所述目标多边形的定义格式,定义所述目标多边形的数据格式。

[0034] 可选的,

[0035] 所述直角梯形函数为:

$$[0036] \quad T_{(x,y;x_{T0},y_{T0})} = \begin{cases} 1, y \geq y_{T0}, x + y \geq x_{T0} + y_{T0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

[0037] 其中, $T_{(x,y;x_{T0},y_{T0})}$ 表示所述直角梯形函数,T0表示所述直角梯形中的首个顶点, $(x_{T0}, y_{T0})$ 表示所述直角梯形的首个顶点的坐标;

[0038] 所述V形函数为:

$$[0039] \quad V_{(x,y;x_{V0},y_{V0})} = \begin{cases} 1, x - y \leq x_{V0} - y_{V0}, x + y \geq x_{V0} + y_{V0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

[0040] 其中, $V_{(x,y;x_{V0},y_{V0})}$ 表示所述V形函数,V0表示所述V形中的首个顶点, $(x_{V0}, y_{V0})$ 表示所述V形的首个顶点的坐标;

[0041] 所述矩形函数为:

$$[0042] \quad R_{(x,y;x_{R0},y_{R0})} = \begin{cases} 1, y \geq y_{R0}, x \geq x_{R0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

[0043] 其中, $R_{(x,y;x_{R0},y_{R0})}$ 表示所述矩形函数,R0表示所述矩形中的首个顶点, $(x_{R0}, y_{R0})$ 表示所述矩形的首个顶点的坐标。

[0044] 可选的,所述根据所述边的方向,对所述基本图形进行线性组合,获取所述目标多边形函数,包括:

[0045] 根据以下六种情况中边的方向,对所述基本图形函数进行线性组合,获取所述目标多边形函数:

[0046] 71)、当 $(k_{j-1}, k_j) = (0, 1)$  or  $(4, 5)$ 时,根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$[0047] \quad m(x, y) += +V(x, y; x_j, y_j) - T(x, y; x_j, y_j);$$

[0048] 72)、当 $(k_{j-1}, k_j) = (0, 2)$  or  $(4, 5)$  or  $(0, 6)$  or  $(4, 2)$ 时,根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

[0049]  $m(x, y) += -R(x, y; x_j, y_j)$ ;

[0050] 73)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (0, 7)$  or  $(4, 3)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

[0051]  $m(x, y) += -T(x, y; x_j, y_j)$ ;

[0052] 74)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (1, 3)$  or  $(1, 7)$  or  $(5, 7)$  or  $(5, 7)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

[0053]  $m(x, y) += -V(x, y; x_j, y_j)$ ;

[0054] 75)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (1, 2)$  or  $(5, 6)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

[0055]  $m(x, y) += -V(x, y; x_j, y_j) + T(x, y; x_j, y_j) - R(x, y; x_j, y_j)$ ;

[0056] 76)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (2, 3)$  or  $(6, 7)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

[0057]  $m(x, y) += -T(x, y; x_j, y_j) + R(x, y; x_j, y_j)$ ;

[0058] 其中,  $k_{j-1}, k_j$  表示所述目标多边形中两个相邻边的方向,  $m(x, y)$  表示所述目标多边形函数。

[0059] 可选的,

[0060] 所述第一关系式为:

[0061]  $V(x, y) = 1 - T(x, -y) - T(y, -x)$ ;

[0062] 其中,  $V(x, y)$  表示所述V形函数,  $T(x, y)$  表示所述直角梯形函数;

[0063] 所述第二关系式为:

[0064]  $R(x, y) = 1 - T(-y, -x) - T(-y, x)$ ;

[0065] 其中,  $R(x, y)$  表示所述矩形函数。

[0066] 可选的, 所述根据所述直角梯形的预计算场强、所述第一关系式以及所述第二关系式, 获取所述V形的预计算场强以及所述矩形的预计算场强, 包括:

[0067] 根据以下公式获取所述V形的预计算场强:

[0068]  $E_o^V(x, y) = 1 - E_o^T(-y, -x) - E_o^T(-y, x)$ ;

[0069] 其中,  $E_o^V(x, y)$  表示所述V形的预计算场强,  $E_o^T(x, y)$  表示所述直角梯形的预计算场强,  $o$  表示所述基函数的阶数;

[0070] 根据以下公式获取所述矩形的预计算场强:

[0071]  $E_o^R(x, y) = 1 - E_o^T(x, -y) - E_o^T(y, -x)$ ;

[0072] 其中,  $E_o^R(x, y)$  表示所述矩形的预计算场强。

[0073] 第二方面, 本申请公开的一种计算光刻中掩模版的处理装置, 包括:

[0074] 第一获取模块, 用于获取掩模版图形, 其中, 所述掩模版图形包括多个多边形;

[0075] 第二获取模块, 用于根据所述掩模版图形, 获取目标多边形的顶点数据, 其中, 所述目标多边形为所述掩模版图形中的任意一个多边形, 所述顶点数据为所述目标多边形的顶点坐标集合;

[0076] 第三获取模块, 用于根据所述顶点数据, 获取所述目标多边形中边的长度以及方向;

[0077] 数据格式定义模块,用于根据所述边的长度以及方向,定义所述目标多边形的数据格式,所述掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输;

[0078] 第四获取模块,用于获取基本图形以及所述基本图形函数,其中,所述基本图形包括直角梯形、V形以及矩形中的至少一种,相应的,所述基本图形函数包括所述直角梯形函数、所述V形函数以及所述矩形函数中的至少一种;

[0079] 第五获取模块,用于根据所述边的方向,对所述基本图形进行线性组合,获取所述目标多边形函数,所述目标多边形函数为所述基本图形函数的线性组合;

[0080] 第六获取模块,用于根据所述目标多边形函数,获取所述掩模版图形函数,所述掩模版图形函数包括所有的多边形函数。

[0081] 本申请公开了一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置,在所述方法中,通过多边形的顶点数据,获取多边形中边的长度以及方向,并根据所述边的长度以及方向定义多边形的数据格式,令掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输。相较于现有技术中直接对简单基本图形,即对简单基本图形的顶点数据进行存储,本申请公开的方法,通过对掩模版图形中多边形的边进行存储,有效的减小了掩模版图形的存储空间,并使得掩模版图形的数据在计算机程序之间能够实现快速读取以及传输。并且,在获取掩模版图形函数时,基于多边形中边的方向,对基本图形函数进行线性组合,无需事先对掩模版图形进行分解,实际应用中,简化了掩模版图形函数的获取步骤,有效提高计算光刻的效率。

## 附图说明

[0082] 为了更清楚地说明本申请的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,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的附图。

[0083] 图1为本申请实施例公开的一种计算光刻中掩模版的处理方法的工作流程示意图;

[0084] 图2为本申请实施例公开的一种掩模版图形的示意图;

[0085] 图3为本申请实施例公开的一种目标多边形的示意图;

[0086] 图4为本申请实施例公开的基本图形的示意图;

[0087] 图5(a)为本申请实施例公开的另一种目标多边形的示意图;

[0088] 图5(b)为本申请实施例公开的获取目标多边形函数的结果示意图;

[0089] 图6为本申请实施例公开的现有技术中对目标多边形分解的结果示意图;

[0090] 图7为本申请实施例公开的使用直角梯形表述V形的示意图;

[0091] 图8为本申请实施例公开的使用直角梯形表述矩形的示意图;

[0092] 图9为本申请实施例公开的一种计算光刻中掩模版的处理装置结构示意图。

## 具体实施方式

[0093] 为了解决现有技术中对掩模版的处理方法导致需要大量的时间及空间对基本图形进行存储、读取以及传输,以及使得计算光刻效率低下的问题,本申请公开了一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置。

[0094] 参见图1所示的工作流程示意图,本申请第一实施例公开一种计算光刻中掩模版

的处理方法,包括:

[0095] 步骤S11、获取掩模版图形,其中,所述掩模版图形包括多个多边形。

[0096] 掩模版(Mask)是光刻工艺中不可缺少的部件,掩模版上加工有预先设计好的图形,光线透过它,能够将预先设计的图形透射在晶圆表面上。原始未加工的掩模版为透明的玻璃/石英基片,预先设计的图形通过相应的软件绘制而成,并保存为GDS格式的掩模版版图文件,其中,所述预先设计的图形即所述掩模版图形,参见图2所示,图2为本申请实施例公开的一种掩模版图形的示意图。

[0097] 在掩模版的制造工艺中,一般通过版图读取软件,获取预先绘制并保存好的掩模版版图文件,然后使用光刻机,将预先设计的图形加工到原始的透明掩模版基片上。在本申请实施例中,所使用的版图读取软件为Klayout软件。

[0098] 步骤S12、根据所述掩模版图形,获取目标多边形的顶点数据,其中,所述目标多边形为所述掩模版图形中的任意一个多边形,所述顶点数据为所述目标多边形的顶点坐标集合。

[0099] 具体的,所述目标多边形的顶点坐标集合为从首个顶点开始,以逆时针的方向所获取每个顶点坐标的集合。

[0100] 参见图3所示,图3基于上述图2中的掩模版图形,示例性的给出了一种目标多边形的示意图,图3中标注的坐标点: $(x_0, y_0)$ ,表示该目标多边形首个顶点的坐标。

[0101] 步骤S13、根据所述顶点数据,获取所述目标多边形中边的长度以及方向。

[0102] 根据所述顶点数据,即根据顶点坐标集合,容易获得边的长度以及方向。

[0103] 步骤S14、根据所述边的长度以及方向,定义所述目标多边形的数据格式,所述掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输。

[0104] 相较于现有技术中对分解后的每个基本图形的顶点数据进行存储,本申请中公开用于存储的数据格式是以边的长度和方向为基础所定义的,数据量较少,实际应用中,能够大大减少掩模版图形的存储容量,提高掩模版图形的读取以及传输的速度。

[0105] 步骤S15、获取基本图形以及所述基本图形函数,其中,所述基本图形包括直角梯形、V形以及矩形中的至少一种,相应的,所述基本图形函数包括所述直角梯形函数、所述V形函数以及所述矩形函数中的至少一种。

[0106] 具体的,参见图4,图4为本申请公开的3种基本图形示意图,图中从左至右分别为直角梯形、V形以及矩形。

[0107] 步骤S16、根据所述边的方向,对所述基本图形进行线性组合,获取所述目标多边形函数,所述目标多边形函数为所述基本图形函数的线性组合。

[0108] 相较于现有技术,本申请实施例公开的方法中,获取掩模版图形函数之前,无需针对掩模版图形进行分解,再对基本图形的函数进行线性组合,直接基于上述获取的边的方向,对预先获取的基本图形进行线性组合,进而获取目标多边形的函数。实际操作过程中,有效提高掩模版图形函数获取的效率。

[0109] 步骤S17、根据所述目标多边形函数,获取所述掩模版图形函数,所述掩模版图形函数包括所有的多边形函数。

[0110] 本申请公开了一种计算光刻中掩模版的处理方法及装置,在所述方法中,通过多边形的顶点数据,获取多边形中边的长度以及方向,并根据所述边的长度以及方向定义多

边形的数据格式,令掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输。相较于现有技术中直接对简单基本图形,即对简单基本图形的顶点数据进行存储,本申请公开的方法,通过对掩模版图形中多边形的边进行存储,有效的减小了掩模版图形的存储空间,并使得掩模版图形的数据在计算机程序之间能够实现快速读取以及传输。并且,在获取掩模版图形函数时,基于多边形中边的方向,对基本图形函数进行线性组合,无需事先对掩模版图形进行分解,实际应用中,简化了掩模版图形函数的获取步骤,有效提高计算光刻的效率。

[0111] 进一步的,当需要获取晶圆表面的光强分布时,所述方法还包括:

[0112] 当所述基本图形包括V形和/或矩形时,获取第一关系式以及第二关系式,并根据所述第一关系式以及所述第二关系式,将所述V形和/或所述矩形通过所述直角梯形表述,其中,所述第一关系式为所述V形函数与所述直角梯形函数之间的关系式,所述第二关系式为所述矩形函数与所述直角梯形函数之间的关系式。

[0113] 获取基函数,并根据所述直角梯形函数以及所述基函数,获取所述直角梯形的预计算场强,所述基函数为对光学系统中的交叉传递函数进行特征值分解之后所获得的核函数。

[0114] 根据所述直角梯形的预计算场强、所述第一关系式以及所述第二关系式,获取所述V形的预计算场强以及所述矩形的预计算场强。

[0115] 根据所述直角梯形的预计算场强、所述V形的预计算场强、所述矩形的预计算场强以及所述基函数,获取所述晶圆表面的光强分布。

[0116] 进一步的,所述目标多边形的顶点数据为:

[0117]  $\text{Mask} := \{ (x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_j, y_j), \dots, (x_n, y_n) \};$

[0118] 其中,Mask:表示所述目标多边形的顶点数据,  $(x_0, y_0)$  表示所述目标多边形的首个顶点的坐标,  $(x_j, y_j)$  表示所述目标多边形的第j+1个顶点的坐标,所述目标多边形的外轮廓包括n+1个顶点。

[0119] 不失一般性,所述目标多边形的顶点按逆时针方向顺序连接,且首尾顶点不重合。由于顶点数据在计算机上的存储格式为浮点型变量,因此现有技术中按照顶点数据,对掩模版图形进行存储,至少要占据32位的存储空间。

[0120] 进一步的,所述根据所述顶点数据,获取所述目标多边形中边的长度以及方向,包括:

[0121] 通过以下公式获取所述边的长度:

[0122]  $l = \max(|x_j - x_{j+1}|, |y_j - y_{j+1}|);$

[0123] 其中,l表示所述边的长度。该公式在等号右边的括号中包含两个绝对值,一个是相邻两个顶点横坐标之差的绝对值,另一个是所述相邻两个顶点纵坐标之差的绝对值,max是指选取这两个绝对值之间较大的一个,将其定义为所述边的长度,所述边指所述相邻两个顶点之间的边,根据实际掩模版版图设计情况,本申请实施例将所述边的长度单位设置为nm。

[0124] 获取向量  $\overrightarrow{(x_j, y_j) (x_{j+1}, y_{j+1})}$  与向量  $\overrightarrow{(1,0)}$  之间的夹角,所述夹角的大小为  $\frac{\pi}{4}$  的整数倍。

[0125] 获取所述夹角相较于 $\frac{\pi}{4}$ 的整数倍,并将所述整数倍定义为所述边的方向。

[0126] 所述向量 $\overrightarrow{(x_j, y_j) (x_{j+1}, y_{j+1})}$ 即所述边的向量,所述向量 $\overrightarrow{(1,0)}$ 可以理解为横坐标,所述夹角即所述边与所述横坐标之间的夹角,由版图设计规则可知,所述夹角的大小一般为 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $270^\circ$ 以及 $315^\circ$ ,即 $\frac{\pi}{4}$ 的0-7倍,本申请实施例将所述夹角相较于 $\frac{\pi}{4}$ 的整数倍定义为边的方向,也就是说,本申请实施例所定义的边的方向包括0、1、2、3、4、5、6以及7。

[0127] 进一步的,所述根据所述边的长度以及方向,定义所述目标多边形的数据格式,包括:

[0128] 根据所述边的长度以及方向,通过以下公式获取所述目标多边形的定义格式:

$$[0129] \quad Mask := \left\{ \begin{array}{l} (x_0, y_0), (k_0, l_0), (k_1, l_1), \dots, (k_j, l_j), \dots, (k_n, l_n) \\ (x_0^i, y_0^i), (k_0^i, l_0^i), (k_1^i, l_1^i), \dots, (k_j^i, l_j^i), \dots, (k_m^i, l_m^i) \end{array} \right\};$$

[0130] 其中,k表示所述边的方向,k为0,1,2,3,4,5,6或者7,i表示所述目标多边形为复杂多边形,i用于标识所述目标多边形是否有洞,所述目标多边形的内轮廓包括m+1个顶点。

[0131] 具体的,i用于标识所述目标多边形是否有洞,当 $i=1$ 时,表示所述目标多边形有洞,当 $i=0$ 时,表示所述目标多边形没有洞。其中,针对洞的定义如下:以“回”这样的多边形为例,两个口之间的区域为掩模版图形的有效区域,所述洞就是指最里面的口。

[0132] 在所述目标多边形的定义格式中,包含两行的数据,其中,上面一行代表所述目标多边形外轮廓,下面一行代表所述目标多边形的内轮廓。在实际情况中,多边形是必然包含外轮廓的,但是不一定包含内轮廓。其中,多边形是否包含内轮廓,与多边形是否有洞相关。当多边形没有洞时,该多边形便没有内轮廓,当多边形有洞时,该多边形便存在内轮廓。结合上述的例子,对于“回”这样的带洞的多边形,里面的口也就是该多边形的内轮廓。所以,当 $i=1$ 时,表示所述目标多边形有洞,此时,所述目标多边形的定义格式包括对外轮廓以及内轮廓的定义格式;当 $i=0$ 时,表示所述目标多边形没有洞,此时,所述目标多边形的定义格式仅包含第一行针对外轮廓的定义格式。

[0133] 根据所述目标多边形的定义格式,定义所述目标多边形的数据格式。

[0134] 具体的,所述目标多边形的数据格式如下所示:

```

1. struct Contour {
2.     int shiftx, shifty;
3.     std::vector<unsigned char> direct;
4.     std::vector<unsigned int> length;
5.     Int layer;
[0135] 6.     std::vector<Contour> holes;
7. };
8. Struct MaskLayer {
9.     std::vector<Contour> contour;
10. };

```

[0136] 其中，“int shiftx,shifty”表示 $(x_0,y_0)$ ；“direct”表示k,即所述边的方向；“length”表示l,即所述边的长度；“layer”表示所述掩模版版图信息,通过“layer”能够标识多边形是否有洞,当多边形没有洞时,“holes”为空。

[0137] 相较于上文所述的现有技术存储掩模版图形至少要占用32为存储空间,本申请实施例公开的数据格式中,char及int型仅需占8位空间。所以,本申请公开的掩模版处理方法能够有效的减少所需存储空间,并能够使数据格式在计算程序间实现快速传输。

[0138] 具体的,为了便于理解,作为示例,本申请实施例针对图3所示出的目标多边形,给出该目标多边形的数据格式,如下所示:

```

1. struct Contour {
2.     int  $x_0, y_0$ ;
[0139] 3.     std::vector<unsigned char> direct [0 2 4 1 0 2 4 6 0 5 4 6];
4.     std::vector<unsigned int> length [5 1 3 1 1 1 5 1 3 1 1 1];
5. };

```

[0140] 其中,“direct[0 2 4 1 0 2 4 6 0 5 4 6]”表示从顶点 $(x_0,y_0)$ 出发,并按逆时针的方向所获取的该目标多边形边的方向分别为 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $180^\circ$ 以及 $270^\circ$ 。相应的,“length[5 1 3 1 1 1 5 1 3 1 1 1]”表示从顶点 $(x_0,y_0)$ 出发,并按逆时针的方向所获取的该目标多边形边的长度分别为5nm、1nm、3nm、1nm、1nm、1nm、5nm、1nm、3nm、1nm、1nm以及1nm。

[0141] 接下来,基于上述公开的数据格式,本申请实施例通过获取基本图形,然后根据所述目标多边形中边的方向,对基本图形的函数进行线性组合,进而获取所述目标多边形的函数。

[0142] 进一步的,所述直角梯形函数为:

$$[0143] \quad T_{(x,y;x_{T0},y_{T0})} = \begin{cases} 1, y \geq y_{T0}, x + y \geq x_{T0} + y_{T0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

[0144] 其中,  $T_{(x,y;x_{T0},y_{T0})}$  表示所述直角梯形函数,  $T_0$  表示所述直角梯形中的首个顶点,  $(x_{T0}, y_{T0})$  表示所述直角梯形的首个顶点的坐标。

[0145] 所述V形函数为:

$$[0146] \quad V_{(x,y;x_{V0},y_{V0})} = \begin{cases} 1, x-y \leq x_{V0}-y_{V0}, x+y \geq x_{V0}+y_{V0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

[0147] 其中,  $V_{(x,y;x_{V0},y_{V0})}$  表示所述V形函数,  $V_0$  表示所述V形中的首个顶点,  $(x_{V0}, y_{V0})$  表示所述V形的首个顶点的坐标。

[0148] 所述矩形函数为:

$$[0149] \quad R_{(x,y;x_{R0},y_{R0})} = \begin{cases} 1, y \geq y_{R0}, x \geq x_{R0} \\ 0, \text{其它} \end{cases};$$

[0150] 其中,  $R_{(x,y;x_{R0},y_{R0})}$  表示所述矩形函数,  $R_0$  表示所述矩形中的首个顶点,  $(x_{R0}, y_{R0})$  表示所述矩形的首个顶点的坐标。

[0151] 具体的,  $(x_0, y_0)$ 、 $(x_{T0}, y_{T0})$ 、 $(x_{V0}, y_{V0})$  以及  $(x_{R0}, y_{R0})$  可以为无穷平面中的任意一个点, 但是为了方便理解以及计算, 在本申请的实施例中, 若不加说明的话, 它们的坐标皆默认设置为  $(0, 0)$ 。

[0152] 进一步的, 所述根据所述边的方向, 对所述基本图形进行线性组合, 获取所述目标多边形函数, 包括:

[0153] 根据以下六种情况中边的方向, 对所述基本图形函数进行线性组合, 获取所述目标多边形函数:

[0154] 71)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (0, 1)$  or  $(4, 5)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$[0155] \quad m(x, y) += +V(x, y; x_j, y_j) - T(x, y; x_j, y_j);$$

[0156] 72)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (0, 2)$  or  $(4, 5)$  or  $(0, 6)$  or  $(4, 2)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$[0157] \quad m(x, y) += -R(x, y; x_j, y_j);$$

[0158] 73)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (0, 7)$  or  $(4, 3)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$[0159] \quad m(x, y) += -T(x, y; x_j, y_j);$$

[0160] 74)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (1, 3)$  or  $(1, 7)$  or  $(5, 7)$  or  $(5, 7)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$[0161] \quad m(x, y) += -V(x, y; x_j, y_j);$$

[0162] 75)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (1, 2)$  or  $(5, 6)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

$$[0163] \quad m(x, y) += -V(x, y; x_j, y_j) + T(x, y; x_j, y_j) - R(x, y; x_j, y_j);$$

[0164] 76)、当  $(k_{j-1}, k_j) = (2, 3)$  or  $(6, 7)$  时, 根据以下公式对所述基本图形函数进行线性组合:

[0165]  $m(x, y) += -T(x, y; x_j, y_j) + R(x, y; x_j, y_j)$ ;

[0166] 其中,  $k_{j-1}, k_j$  表示所述目标多边形中两个相邻边的方向, 所述两个相邻边之间的顶点为第  $j$  个顶点,  $m(x, y)$  表示所述目标多边形函数, or 表示或者。

[0167] 若所述两个相邻边的方向与上述六种情况中任意一种相反, 则对基本图形函数线性组合时, 只需进行反向运算。例如, 针对上述情况 71) 中, 若  $(k_{j-1}, k_j) = (1, 0)$  or  $(5, 4)$ , 此时按照以下公式对基本图形函数进行线性组合:  $m(x, y) += -V(x, y; x_j, y_j) + T(x, y; x_j, y_j)$ 。以此类推, 便可以获取所有情况下, 基于边的方向, 对基本图形函数进行线性组合的公式。上述六种情况仅是示例性的给出了几种边的方向, 但在实际应用中, 本领域的技术人员能够按照上述实施例公开的六种情况以及相反的情况, 针对所有边的方向, 获取基本图形函数线性组合的公式。因此, 上述六种情况中对基本图形函数的线性组合, 不能作为本申请获取目标多边形函数时的限定, 凡是利用相同原理, 所获取的基本图形函数线性组合公式, 皆落入本申请的保护范围。

[0168] 需要说明的是, 以上对所述基本图形函数进行线性组合的公式中, 等号左边的“+”仅是一种程序编写过程中的习惯性写法, 不能作为对上述相应公式的限定。实际应用过程中, 可以灵活的改变上述相应公式的编写形式, 例如针对上述情况 71) 中的公式, 可以写成:  $m(x, y) = m_0(x, y) + V(x, y; x_j, y_j) - T(x, y; x_j, y_j)$ , 其中,  $m_0(x, y)$  表示在进行该种情况线性组合之前的目标多边形函数。

[0169] 为了便于理解, 本申请实施例基于上述所公开的对基本图形进行线性组合, 进而获取所述目标多边形函数的方法, 进行示例性的解释说明。参见图 5 所示, 其中, 图 5 (a) 为另一个目标多边形的示意图, 该目标多边形也属于图 2 所示的掩模版图形, 图 5 (b) 为根据图 5 (a) 中的目标多边形, 使用上述本申请公开获取目标多边形函数的方法, 所获得的目标多边形函数结果示意图。具体的, 将图 5 (b) 中顶点 A 定义为第一个顶点, 从第一个顶点开始, 按逆时针的方向, 将其余的顶点定义为第二个顶点、第三个顶点、...、以及第二十个顶点。按照本申请上述对边的方向的定义方法, 容易得知, 第一个顶点的两个相邻边的方向分别为 6 和 0, 即  $(k_0, k_1) = (6, 0)$ , 此时针对第一个顶点对基本图形进行线性组合的结果为:  $m(x, y) += +R(x, y; x_j, y_j)$ , 因此在图 5 (b) 中的第一个顶点处, 用“+”表示基本图形线性组合的结果; 第二个顶点的两个相邻边的方向分别为 0 和 2, 即  $(k_1, k_2) = (0, 2)$ , 此时针对第二个顶点对基本图形进行线性组合的结果为:  $m(x, y) += -R(x, y; x_j, y_j)$ , 因此在图 5 (b) 中的第二个顶点处, 用“-”表示基本图形线性组合的结果; 同理便可获得针对其余顶点的相邻边进行基本图形线性组合的结果。

[0170] 根据上述公开的获取目标多边形函数的方法, 可以获得掩模版图形中所有多边形的函数, 进而可以获得所述掩模版图形函数。基于此, 容易将掩模版图形函数表述为一组基本图形函数的线性组合, 也就是说, 所述掩模版图形函数最终可以通过以下公式表述:

$$[0171] \quad M(x, y) = \sum_{i_1} \alpha_{i_1} T_{i_1}(x, y; x_j, y_j) + \sum_{i_2} \beta_{i_2} V_{i_2}(x, y; x_j, y_j) + \sum_{i_3} \gamma_{i_3} R_{i_3}(x, y; x_j, y_j);$$

[0172] 其中,  $M(x, y)$  表示所述掩模版图形函数,  $i_1$  表示所述掩模版图形中直角梯形的指标,  $i_2$  表示所述掩模版图形中 V 形的指标,  $i_3$  表示所述掩模版图形中矩形的指标,  $\alpha_{i_1}$ 、 $\beta_{i_2}$  以及  $\gamma_{i_3}$  分别表示在所述掩模版图形中, 直角梯形、V 形以及矩形的权重, 且

$$\alpha_{i_1} = \pm 1, \beta_{i_2} = \pm 1, \gamma_{i_3} = \pm 1。$$

[0173] 根据图5 (b) 以及该目标多边形的基本图形函数线性组合的结果, 容易得知, 图5 (b) 中的目标多边形中皆为矩形函数的线性组合, 结合所述掩模版图形函数的公式, 图5 (b) 中“+”表示 $\gamma_{i_3} = 1$ , “-”表示 $\gamma_{i_3} = -1$ 。

[0174] 基于本申请实施例公开的数据格式, 本申请实施例通过获取基本图形, 然后根据所述目标多边形中边的方向, 对基本图形的函数进行线性组合, 进而获取所述目标多边形的函数。也就是说, 本申请公开的掩模版处理方法中, 无需对掩模版图形中的多边形进行分解, 而是在多边形中每条边的限定下, 通过对预先获取3种基本图形的函数进行线性组合, 进而获取多边形的函数, 进一步获取掩模版图形的函数。因此, 相较于现有技术, 本申请实施例所公开的掩模版函数图形函数获取方法简化了掩模版图形函数的获取步骤, 有效提高计算光刻的效率。

[0175] 另外, 现有技术中, 对掩模版图形进行分解时, 如果分解的方法不同, 则会产生不同的分解结果。参见图6所示, 图6为基于图5 (a) 中的目标多边形, 使用现有技术中的方法对掩模版图形进行分解的结果示意图。基于同一个目标多边形, 图6中左边的图是使用横向切分的方法对该多边形进行分解的结果, 图6中右边的图是使用纵向切分的方法对该多边形进行分解的结果, 横向切分将该多边形分解成7个矩形, 纵向切分将该多边形分解成6个矩形。因此, 现有技术中对掩模版进行处理时, 不同的分解方法将会对基本图形的数量以及种类造成影响, 这种情况下, 最终所获取的掩模版图形函数也会由于不同的分解方法而不同, 在实际应用中, 将会使得计算光刻结果出现误差。相对于现有技术, 本申请实施例公开的掩模版处理方法, 在获取掩模版图形函数时, 基于边的方向, 对基本图形函数进行线性组合, 使得所获取的掩模版图形函数具有唯一性, 有效避免了计算光刻的结果出现误差。

[0176] 进一步的, 所述第一关系式为:

$$[0177] \quad V(x, y) = 1 - T(x, -y) - T(y, -x);$$

[0178] 其中,  $V(x, y)$  表示所述V形函数,  $T(x, y)$  表示所述直角梯形函数。

[0179] 具体的, 参见图7所示, 图7为利用直角梯形表述V形的示意图。

[0180] 所述第二关系式为:

$$[0181] \quad R(x, y) = 1 - T(-y, -x) - T(-y, x);$$

[0182] 其中,  $R(x, y)$  表示所述矩形函数。

[0183] 具体的, 参见图8所示, 图8为利用直角梯形表述矩形的示意图。

[0184] 进一步的, 所述根据所述直角梯形的预计算场强、所述第一关系式以及所述第二关系式, 获取所述V形的预计算场强以及所述矩形的预计算场强, 包括:

[0185] 根据以下公式获取所述V形的预计算场强:

$$[0186] \quad E_o^V(x, y) = 1 - E_o^T(-y, -x) - E_o^T(-y, x);$$

[0187] 其中,  $E_o^V(x, y)$  表示所述V形的预计算场强,  $E_o^T(x, y)$  表示所述直角梯形的预计算场强,  $o$  表示所述基函数的阶数。

[0188] 根据以下公式获取所述矩形的预计算场强:

$$[0189] \quad E_o^R(x, y) = 1 - E_o^T(x, -y) - E_o^T(y, -x);$$

[0190] 其中,  $E_o^R(x, y)$  表示所述矩形的预计算场强。

[0191] 具体的, 所述直角梯形的预计算场强为所述基函数与所述直角梯形函数的卷积结果, 可以通过以下公式获取:

$$[0192] \quad E_o^T(x, y) = C_o(x, y) \otimes T(x, y);$$

[0193] 其中,  $E_o^T(x, y)$  表示所述直角梯形的预计算场强,  $C_o(x, y)$  表示所述基函数,  $T(x, y)$  表示所述直角梯形函数,  $o$  表示所述基函数的阶数。

[0194] 基于现有技术中的计算光刻原理, 根据所述直角梯形的预计算场强、所述V形的预计算场强、所述矩形的预计算场强以及所述基函数, 能够获取所述晶圆表面的光强分布, 具体的计算公式如下所示:

$$[0195] \quad \begin{aligned} I(x, y) &= |C_o(x, y) \otimes M(x, y)|^2 \\ &= \left| C_o(x, y) \otimes \left[ \sum_{i_1} \alpha_{i_1} T_{i_1}(x, y) + \sum_{i_2} \beta_{i_2} V_{i_2}(x, y) + \sum_{i_3} \gamma_{i_3} R_{i_3}(x, y) \right] \right|^2; \\ &= \left| \sum_{i_1} \alpha_{i_1} E_o^T(x, y) + \sum_{i_2} \beta_{i_2} E_o^V(x, y) + \sum_{i_3} \gamma_{i_3} E_o^R(x, y) \right|^2 \end{aligned}$$

[0196] 其中,  $I(x, y)$  表示所述晶圆表面的光强分布,  $M(x, y)$  表示所述掩模版图形函数, 通过上述公式, 容易计算光刻系统中基函数关于掩模版图形对应的光强分布。

[0197] 下述为本申请的装置实施例, 可以用于执行本申请方法实施例。对于本申请装置实施例中未披露的细节, 请参照本申请方法实施例。

[0198] 参见图9所示的结构示意图, 本申请另一实施例公开一种计算光刻中掩模版的处理装置, 包括:

[0199] 第一获取模块10, 用于获取掩模版图形, 其中, 所述掩模版图形包括多个多边形。

[0200] 第二获取模块20, 用于根据所述掩模版图形, 获取目标多边形的顶点数据, 其中, 所述目标多边形为所述掩模版图形中的任意一个多边形, 所述顶点数据为所述目标多边形的顶点坐标集合。

[0201] 第三获取模块30, 用于根据所述顶点数据, 获取所述目标多边形中边的长度以及方向。

[0202] 数据格式定义模块40, 用于根据所述边的长度以及方向, 定义所述目标多边形的数据格式, 所述掩模版图形按照所述数据格式进行存储、读取以及传输。

[0203] 第四获取模块50, 用于获取基本图形以及所述基本图形函数, 其中, 所述基本图形包括直角梯形、V形以及矩形中的至少一种, 相应的, 所述基本图形函数包括所述直角梯形函数、所述V形函数以及所述矩形函数中的至少一种。

[0204] 第五获取模块60, 用于根据所述边的方向, 对所述基本图形进行线性组合, 获取所述目标多边形函数, 所述目标多边形函数为所述基本图形函数的线性组合。

[0205] 第六获取模块70, 用于根据所述目标多边形函数, 获取所述掩模版图形函数, 所述掩模版图形函数包括所有的多边形函数。

[0206] 以上结合具体实施方式和范例性实例对本申请进行了详细说明,不过这些说明并不能理解为对本申请的限制。本领域技术人员理解,在不偏离本申请精神和范围的情况下,可以对本申请技术方案及其实施方式进行多种等价替换、修饰或改进,这些均落入本申请的范围内。本申请的保护范围以所附权利要求为准。



图1

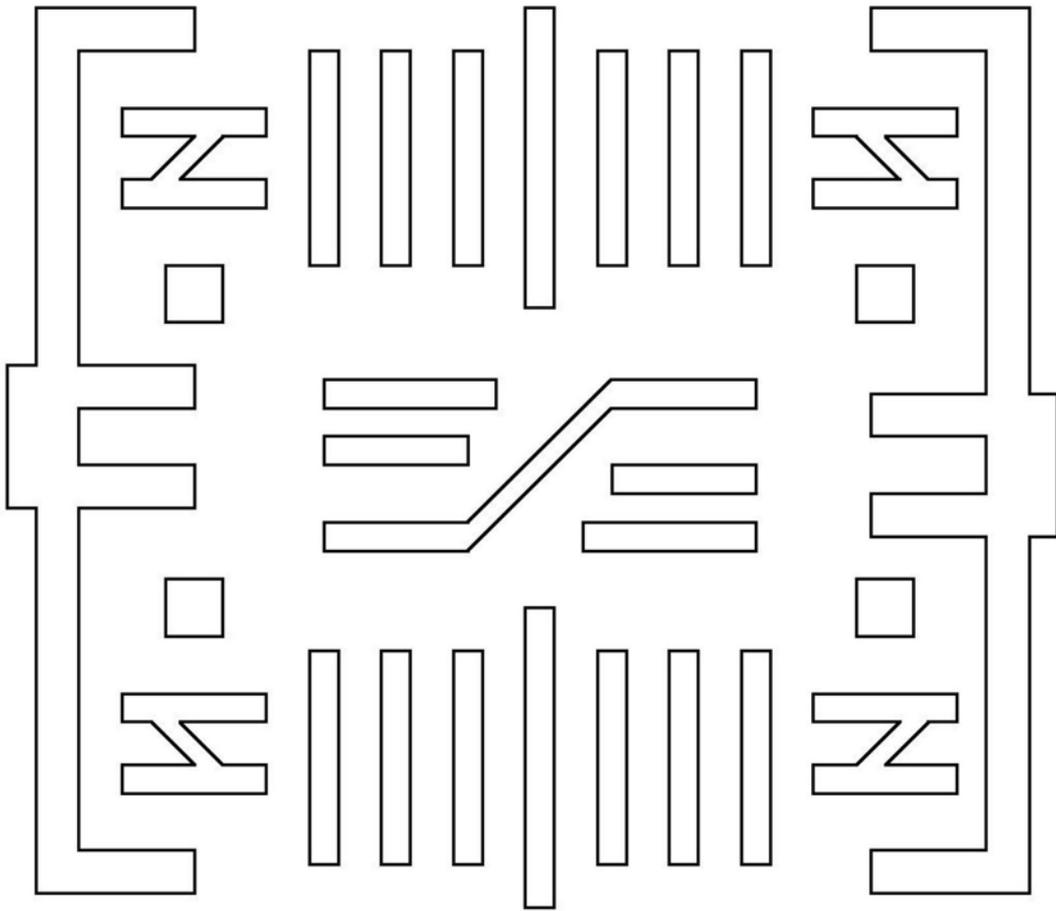


图2

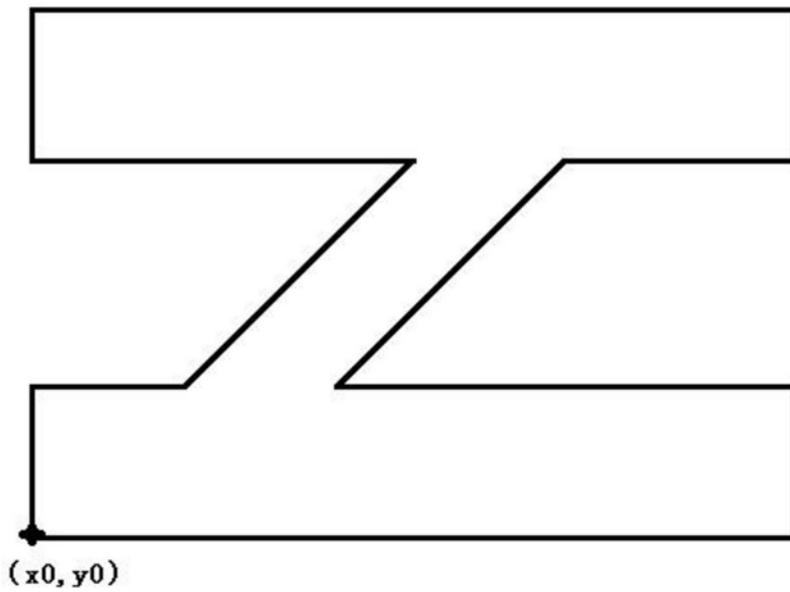


图3

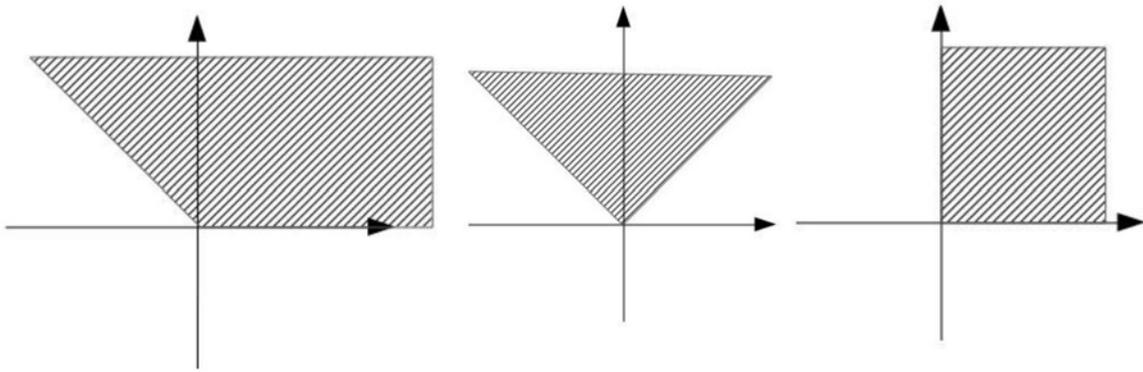
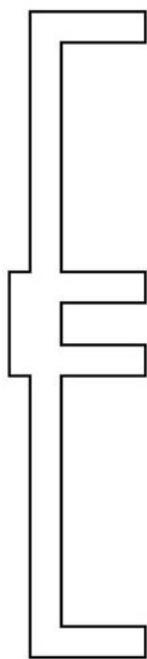
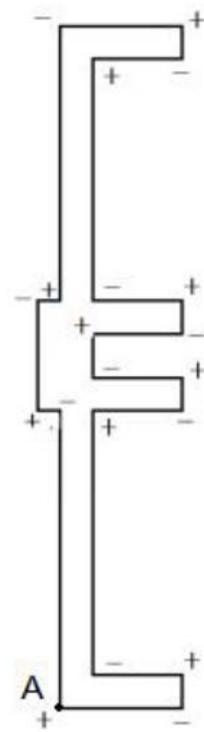


图4



(a)



(b)

图5

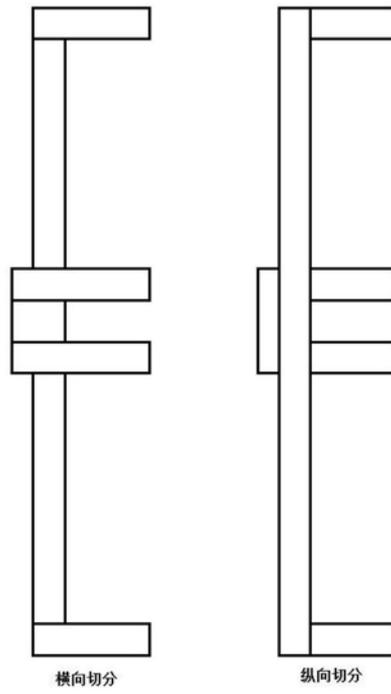


图6

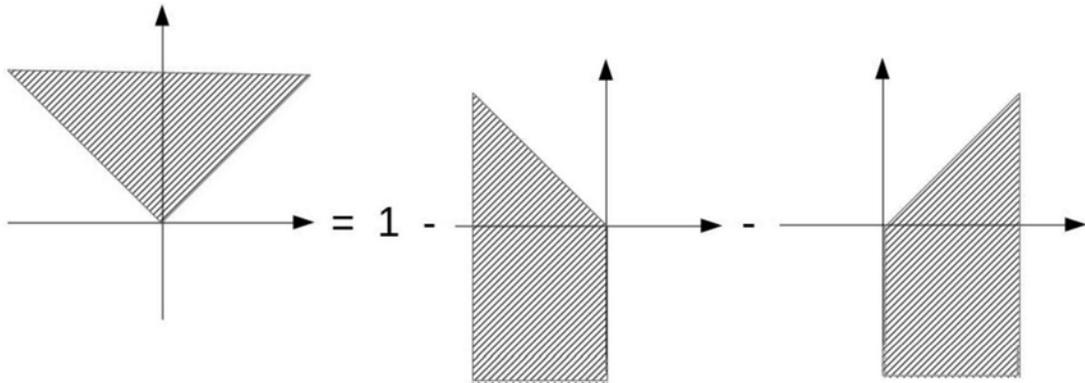


图7

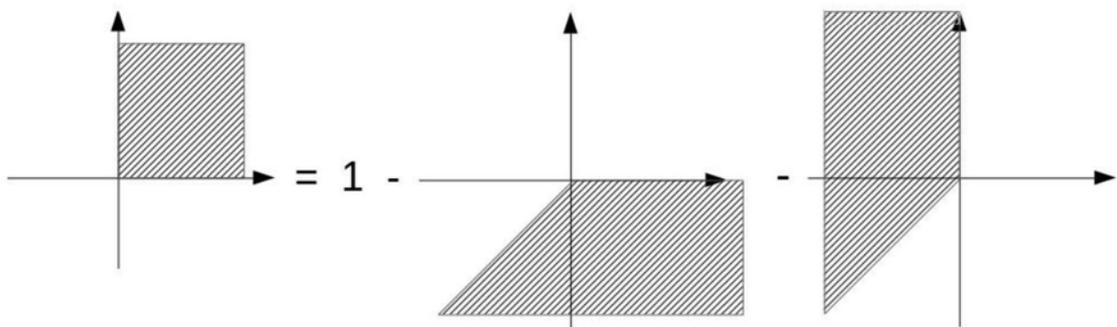


图8

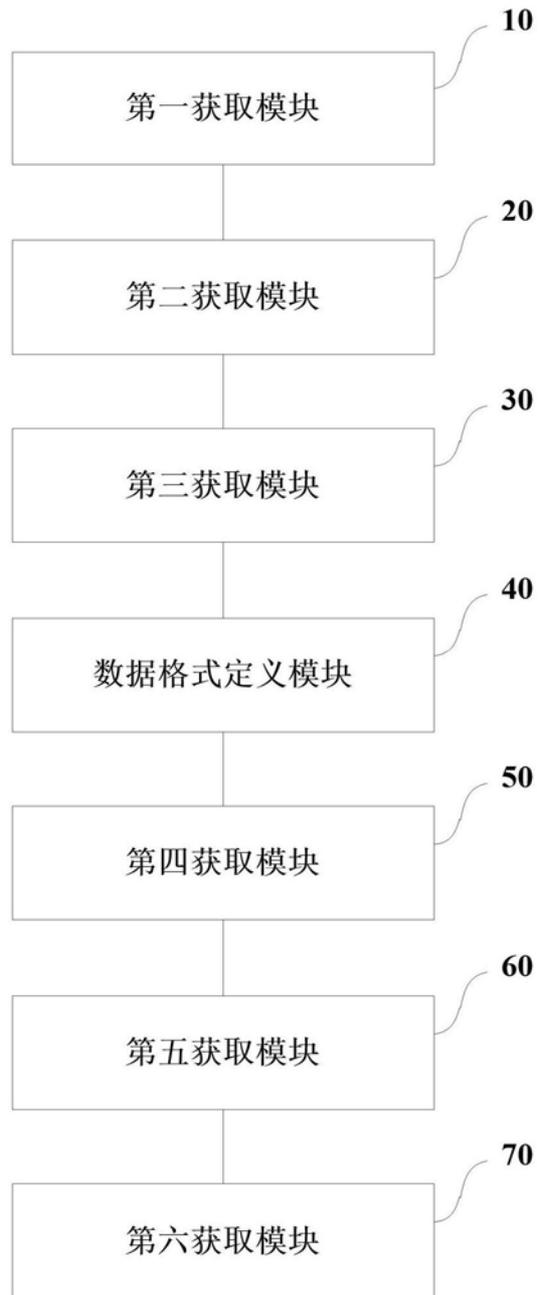


图9