

一种用于点阵式无掩模光刻的曝光帧数据的产生方法

申请号：[201210268327.8](#)

申请日：2012-07-31

申请(专利权)人 [中国科学院长春光学精密机械与物理研究所](#)
地址 [130033 吉林省长春市东南湖大路3888号](#)
发明(设计)人 [刘伟奇](#) [孟祥翔](#) [郭珍珍](#) [柳华](#) [康玉思](#) [魏忠伦](#) [冯睿](#)
主分类号 [G03F7/20\(2006.01\)I](#)
分类号 [G03F7/20\(2006.01\)I](#)
公开(公告)号 [102778819A](#)
公开(公告)日 [2012-11-14](#)
专利代理机构 [长春菁华专利商标代理事务所 22210](#)
代理人 [刘树清](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102778819 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201210268327. 8

审查员 孙宏

(22) 申请日 2012. 07. 31

(73) 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 刘伟奇 孟祥翔 郭珍珍 柳华 康玉思 魏忠伦 冯睿

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 刘树清

(51) Int. Cl.

G03F 7/20(2006. 01)

权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种用于点阵式无掩模光刻的曝光帧数据的产生方法

(57) 摘要

一种用于点阵式无掩模光刻的曝光帧数据的产生方法,属于光刻技术领域涉及的曝光帧数据的产生方法。要解决的技术问题:提供一种用于点阵式无掩模光刻的曝光帧数据的产生方法。技术方案包括图形处理、存储数据;给定时间值、提取行向量;处理行向量、得到曝光帧数据,这三步是在产生整个曝光帧数据的程序流程控制下进行的。本发明利用合理划分曝光位置并与曝光时间相统一,进行一次图形与划分的曝光位置对照,对所有曝光位置赋值“0”或“1”。用一个两页的三维数组存储时间值和对照的赋值,提取相同时间下各聚焦点所在曝光位置的对照赋值组成一帧,随着提取时间值的增大,去掉前段已被提取出时间值的曝光位置,有效提高了帧数据产生的速率。



1. 一种用于点阵式无掩模光刻的曝光帧数据的产生方法,其特征在于包括图形处理、存储数据(1);给定时间值、提取行向量(2);处理行向量、得到曝光帧数据(3),这三步是在产生整个曝光帧数据的程序流程控制下进行的;

第一步:图形处理、存储数据(1);

a)、使用计算机将与数字微镜器件(DMD)聚焦点横向尺寸一致的虚拟待曝光区域栅格化,创建对应的含有两页的三维数组;栅格化后的效果,倾斜一定角度的DMD聚焦点阵(100);栅格化后的虚拟待曝光区(200);DMD聚焦点阵中任意两行两列中的四个聚焦点组成的单元(300);聚焦点阵第一列中第1至5个聚焦点(111、121、131、141、151);栅格化的虚拟待曝光区的第1至5列(201、202、203、204、205);栅格化的虚拟待曝光区第一行(210);栅格化的虚拟待曝光区相邻两列中心的距离(002);栅格化的虚拟待曝光区相邻两行中心的距离(003);与栅格所有列对应的某时刻存储曝光数据的行向量(600); x 为同一列中相邻行的DMD聚焦点中心的水平距离; d 为DMD相邻聚焦点中心的间距;扫描平台沿纵向扫描;根据用户所需曝光图形按比例定义栅格的纵向长度,栅格每一列对应聚焦点中心扫描所经过的区域,每一列的长度由曝光图形决定,列的数目等于DMD聚焦点的数目;水平方向相邻方格中心的距离(002)为对应聚焦点中心的水平距离 x ,扫描方向相邻方格中心的距离(003)为扫描步长 s ,即每一列的方格是对应聚焦点按扫描步长 s 所划分的曝光位置,但实际聚焦点单次曝光面积要大于一个小方格的面积,在此仅是方格中心与曝光点中心的对应;若聚焦点阵列为 M 行 N 列,依据栅格的划分,栅格每行有 $M \times N$ 个方格:栅格的第1至 M 列依次对应第一列聚焦点的扫描区域,第 $M+1$ 至 $2M$ 列依次对应第二列聚焦点的扫描区域,其他列按此方式依次对应;若栅格为 S 行 W 列($W = M \times N$),创建一个有两页的三维数组,每一页数组都为 S 行 W 列,因此,每一页的数组元素都与栅格的方格相对应;

b)、给划分的栅格附时间值,存储在三维数组的第一页;栅格代表的时间值是指栅格中每一个聚焦点的纵向扫描区域按步长 s 划分,扫描平台匀速运动,每一列的方格又代表扫描到对应聚焦点,方格中心与聚焦点中心重叠时的时间值;由于聚焦点倾斜的原因,每列的第一个方格代表的时间初始值各不相同,每一列的时间序列是以扫描步长 s 所经历的时间 t_0 为间隔,逐行向下递增,因此,栅格的每一方格既代表一个曝光中心位置,又代表对应聚焦点到达该位置的相对时间值;虚拟待曝光区栅格化后的第5列(205)被赋予该行对应的聚焦点(151)到达每个方格中心时的时间序列(t_{205}),以 t_1 为初始值, t_0 为间隔,逐行向下递增,所述时间序列(t_{205})储存在三维数组的第一页与虚拟待曝光区栅格化后的第5列(205)对应的第5列;DMD聚焦点阵中任意两行两列中的四个聚焦点组成的单元(300);聚焦点(141、151、142、152);点阵同一行相邻聚焦点中心在扫描方向的垂直距离(301);点阵同一列相邻聚焦点中心在扫描方向上的垂直距离(302);为使栅格第一行各列的初始值的时间差为 t_0 的整数倍,对旋转角度、点阵间隔、扫描步长的选择增加两个约束:一个约束为旋转后点阵同一行相邻聚焦点中心在扫描方向的垂直距离(301)为扫描步长 s 的整数倍;另一个约束为旋转后点阵同一列相邻聚焦点中心在扫描方向上的垂直距离(302)也为扫描步长 s 的整数倍;因此,各列的时间值是以不同初始值在同一个公差为 t_0 的等差递增数列上截取的,存在一个最小时间值 t_{\min} 和一个最大时间值 t_{\max} , $t_{\max} - t_{\min} = a \times t_0$, a 为正整数;栅格第3至7列(203、204、205、206、207);栅格第一行(210);虚拟待曝光区栅格化后的第5列(205)对应的第5个聚焦点(151)最先进入栅格化后的虚拟待曝光区(200),给虚拟待

曝光区栅格化后的第 5 列 (205) 的第一个方格代表的时间值为 t_1 ; p 、 k 、 m 、 q 均为正整数, 其值由其对应聚焦点在扫描方向上与虚拟待曝光区栅格化后的第 5 列 (205) 对应的第 5 个聚焦点 (151) 的垂直距离而定, n 也为正整数, 其值由用户输入的图形长度决定; 根据上面的约束, 栅格第一行 (210) 各列代表的初始值的时间差都为 t_0 的整数倍, 对栅格赋予时间值之后, 将数据存储在三维数组的第一页;

c)、将需要曝光的图形等比例与栅格对照, 给栅格赋值“0”或“1”, 存储在三维数组的第二页; 栅格化后的虚拟待曝光区 (200); 为阐述图形对照, 只使用部分栅格; 需要曝光的图形 (500); 将用户输入的需要曝光的图形等比例与栅格对照, 给图形所占据的方格和边缘轮廓所能包含方格中心的方格赋值“1”, 为需要曝光的区域, 对图形轮廓外的方格赋值为“0”; 每个方格又与固定的聚焦点相对应, 又代表一个到达该处所用的时间值, 同时解决了每一个聚焦点“何时”在“何处”曝光的问题; 对栅格赋值完之后, 将数据存储在三维数组的第二页;

第二步: 给定时间值、提取行向量 (2);

提取出三维数组第一页各列处于给定时间值时第二页对应位置的“0”或“1”值存入该给定时间值对应的的行向量; 以 t_0 为间隔, 依次从 t_{\min} 到 t_{\max} 作为给定时间值, 对上述三维数组第一页提取出各列与给定时间值相同的组元位置, 按照从左到右的顺序将第二页对应位置处代表曝光和不曝光的“1”和“0”存入一个长度为 $M \times N$ 的行向量, 行向量的单元数就等于 DMD 的聚焦点数; 每个时间值都对应一个行向量, 给定时间值为 t_1 、 t_2 、 t_n 、 t_{\max} 对应的行向量 ($600t_1$ 、 $600t_2$ 、 $600t_n$ 、 $600t_{\max}$); 行向量 ($600t_n$) 的前四个单元 (t_n001 、 t_n002 、 t_n003 、 t_n004) 存储的是虚拟待曝光区栅格化后的第 1 列至第 4 列 (201、202、203、204) 的方格时间值为 t_n 时与用户输入图像对照的结果; “0”值代表该方格中心没有图形被覆盖或该列没有 t_n 这个时间值, 对应的聚焦点 (111、121、131、141) 在 t_n 时刻为“关”的状态; “1”代表该方格中心被图形覆盖, 对应的聚焦点 (101、102、103、104) 在 t_n 时刻为“开”的状态; 对给定的时间值, 三维数组第一页的每一列最多只能一个相同值, 如果某一列的时间初始值大于给定的时间值, 表明该列没有代表该时间值的组元, 对应的行向量单元上赋值为“0”; 随着提取的时间值增大到一定程度, 使得所有聚焦点进入栅格区域, 按行去掉前段已被提取出时间值且不再有聚焦点经过的栅格行, 如此在每一列提取时间值时扫描的次数大大减少, 能快速的形成行向量;

第三步: 处理行向量、得到曝光帧数据 (3);

将行向量分成 N 个小行向量, 每个小行向量 M 个单元, 将每个小行向量转置成列向量, 依次存入一个 $M \times N$ 的矩阵中, 生成的矩阵即为该行向量对应时间值下 DMD 的曝光帧数据; 给定时间为 t_n 时对应的行向量 ($600t_n$), 分成的小行向量 (601、602、603、604、605、606、607), 每个小行向量有 5 个单元, 小行向量 (601、602、603、604、605、606、607) 转置生成的列向量 (701、702、703、704、705、706、707); 行向量 ($600t_n$) 分段并转置储存生成的新矩阵 (700), 也就是 t_n 时刻 DMD 的曝光帧数据; 对所有的行向量做相同的处理, 就得到了针对用户输入图像的 DMD 曝光帧数据; 对由倾斜将聚焦点阵分成若干个重复区域的情形, 将第一重复区域按本方法获取帧数据, 其他重复区域递加固定时间差, 得到曝光帧数据。

一种用于点阵式无掩模光刻的曝光帧数据的产生方法

技术领域：

[0001] 本发明属于光刻技术领域中所涉及的一种无掩模曝光帧数据的产生方法。

背景技术：

[0002] 半导体工业中，光刻设备成为大规模集成电路、印刷电路板、平板显示器等设备制造过程中的主要设备。在传统投影光刻技术中，先将所需图形刻画在掩模板上，再使用高精度微缩投影镜头将掩模板上的图形投影到涂有光刻胶的基片上，其中一个掩模板对应一幅所要投影的图形。

[0003] 随着大规模集成电路特征尺寸的不断减小，掩模板的造价越来越高，而且制造大规模集成电路时需要使用多个掩模板。同时，对于制造大面积印刷电路板和平板显示器，需要更大尺寸的掩模板，进而要求投影光学系统的曝光视场更大，对光学系统要求更高，从而大大地提高工作成本。

[0004] 无掩模光刻系统使用空间光调制器取代了传统光刻中的掩模板作为图形发生器，通过控制空间光调制器单元对入射光的调制来产生所需图形，再经过微缩投影镜组将图形投影到涂有光刻胶的基片上。这种无掩模光刻方法可以实时的产生光刻图形，能轻易实现多重图形的光刻，在印刷电路板、平板显示器等制造领域，无掩模光刻技术明显地优越于传统光刻技术，受到业内人士的高度重视。

[0005] 美国 TI 公司生产的数字微镜器件 (DMD) 由成千上万个边长为十几微米的正方形微反射镜组成，一个微反射镜控制一个像素的光的通断。每个微反射镜可以绕平衡位置正负旋转固定角度 ($\pm 10^\circ$ 或 $\pm 12^\circ$)，当处在正向倾斜时，处于该像素“开”的状态，当处在负向倾斜时，处于该像素“关”的状态。每一个微反射镜都可以用二进制信号独立寻址，微反射镜“开”和“关”的状态对应二进制信号的“1”和“0”。通过控制每个微反射镜的倾斜状态，能产生所需图形。所有的微反射镜状态按照统一的频率刷新，即是 DMD 的帧频。每一次输入给 DMD 所有微反射镜的二进制信号称为一帧。使用 DMD 作为空间光调制器的无掩模光刻系统就是通过一定方法产生所需要的帧数据传输给 DMD，控制 DMD 微反射镜的开关，通过光学系统和一定的扫描方式，在基片上形成所需的光刻图形。这种传输给 DMD 用来控制每个微反射镜何时在基片的何处曝光（“开”或“关”）的数据为该系统的曝光帧数据。

[0006] 由于 DMD 微反射镜单元为矩形且微反射镜之间存在间隙，直接使用 DMD 产生的图形进行微缩投影会使得到的光刻图形边缘很不平滑，而且很难得到连续的无缝图形。为了克服上述缺陷，美国 Ball semiconductor 公司使用 DMD 发明一种点阵式无掩模光刻系统，开辟了另一种利用 DMD 的无掩模光刻模式。这种点阵式无掩模光刻系统在将从 DMD 反射出来的光束阵列投射到具有滤波器的微透镜阵列上，每一个 DMD 微反射镜发出的光线对应一个微透镜；经过微透镜的聚焦，在微透镜阵列的焦面上形成与 DMD 微反射镜数目相同的聚焦点阵列，点阵中各相邻点在水平和垂直之间的距离相等；在经过缩倍投影透镜组，将聚焦点阵缩小。为了快速得到高分辨率的图形，将 DMD 和微透镜阵列一起旋转，与平台扫描方向成一个固定角度，采用聚焦点部分重叠的扫描方法，扫描平台匀速运动，每扫描一段距 DMD

换一次帧数据,可产生任意形状的光刻图形。DMD 数据每换一帧,扫描平台所经过的距离为一个扫描步长 s 。

[0007] 聚焦点阵相对于扫描方向旋转一个角度,扫描时前面点遗留下的空缺由后面因倾斜而在扫描方向上产生错位的聚焦点补上,如此就能扫描整个基板,中间不留空缺。更多的信息可以从 Ball semiconductor 公司所有的美国专利 US 6, 473, 237 B2 “PIONT ARRAY MASKLESS LITHOGRAPHY” 中获取。

[0008] 这种点阵式无掩模光刻系统,克服了直接使用 DMD 产生投影图像所产生的图形边缘不平滑等缺陷,具有结构简单,生产率高,可以产生任意形状的图形等优点。由于不再是利用 DMD 直接形成图像,而是利用 DMD 同时控制所有的聚焦点何时在何处开或关,因此这种方法传输给 DMD 的帧数据的生成变得尤为重要。

[0009] 传统的帧数据产生方法中,采取每经过一个步长的距离,都将聚焦点所在区域与用户输入图像相对照,根据聚集点所在位置与图形的覆盖情况,给每个聚焦点设置“开”或“关”。对于 1024×768 像素的 DMD,每一个步长都要判断 1024×768 次,无疑需要大量的时间来处理数据,大大降低了生产效率。

[0010] 与本发明最为接近的已有技术是韩国 Samsung Electronics 公司的美国专利“Maskless Exposure Apparatuses and Frame Date Processing Methods Thereof”, 公开号为 US 2011/0170081A1。该专利提供了一种曝光帧数据产生方法,首先将每一列聚焦点排成一排形成虚拟掩模,每一排包括参考像元和跟随像元,跟随像元相对于参考像元都有一定的曝光时间延时。虚拟掩模可以在横向完全覆盖图形;其次利用虚拟掩模按照平台的相对运动沿纵向(扫描方向)与图形对照,依靠虚拟掩模所在位置与图形的覆盖情况,给虚拟掩模上的像元设置“开”或“关”,产生虚拟帧数据;最后给虚拟帧数据中跟随像元对应的数据做相应的时间延时处理,最终形成曝光帧数据。该方法缩小了每个步长判断的面积,但增加了针对几乎所有聚焦点(每列的参考像元除外)的时间延时处理,加大了复杂程度,曝光帧数据生成的计算量仍旧很大。

发明内容:

[0011] 为了克服已有技术存在的缺陷,本发明的目的在于为点阵式无掩模光刻系统提供一种曝光帧数据的快速产生方法,有效提高曝光帧数据产生的速率,得到用户所需要的在精度范围内任意形状的图形。

[0012] 本发明要解决的技术问题是:提供一种用于点阵式无掩模光刻的曝光帧数据的产生方法。解决技术问题的技术方案如图 1 所示:包括图形处理、存储数据 1;给定时间值、提取行向量 2;处理行向量、得到曝光帧数据 3,这三步是在图 9 所示的产生整个曝光帧数据的程序流程控制下进行的;

[0013] 第一步:图形处理、存储数据 1;

[0014] a)、使用计算机将与数字微镜器件(DMD)聚焦点横向尺寸一致的虚拟待曝光区域栅格化,创建对应的含有两页的三维数组;栅格化后的效果如图 2 所示,倾斜一定角度的 DMD 聚焦点阵 100;栅格化后的虚拟待曝光区 200;DMD 聚焦点阵中任意两行两列中的四个聚焦点组成的单元 300;聚焦点阵第一列中第 1 至 5 个聚焦点 111、121、131、141、151;栅格化的虚拟待曝光区的第 1 至 5 列 201、202、203、204、205;栅格化的虚拟待曝光区第一行

210 ;栅格化的虚拟待曝光区相邻两列中心的距离 002 ;栅格化的虚拟待曝光区相邻两行中心的距离 003 ;与栅格所有列对应的某时刻存储曝光数据的行向量 600 ; x 为同一列中相邻行的 DMD 聚焦点中心的水平距离 ; d 为 DMD 相邻聚焦点中心的间距 ;扫描平台沿纵向扫描 ;根据用户所需曝光图形按比例定义栅格的纵向长度,栅格每一列对应聚焦点中心扫描所经过的区域,每一列的长度由曝光图形决定,列的数目等于 DMD 聚焦点的数目 ;水平方向相邻方格中心的距离 002 为对应聚焦点中心的水平距离 x ,扫描方向相邻方格中心的距离 003 为扫描步长 s ,即每一列的方格是对应聚焦点按扫描步长 s 所划分的曝光位置,但实际聚焦点单次曝光面积要大于一个小方格的面积,在此仅是方格中心与曝光点中心的对应 ;若聚焦点阵列为 M 行 N 列,依据栅格的划分,栅格每行有 $M \times N$ 个方格 :栅格的第 1 至 M 列依次对应第一列聚焦点的扫描区域,第 $M+1$ 至 $2M$ 列依次对应第二列聚焦点的扫描区域,其他列按此方式依次对应 ;若栅格为 S 行 W 列 ($W = M \times N$),创建一个有两页的三维数组,每一页数组都为 S 行 W 列,因此,每一页的数组元素都与栅格的方格相对应 ;

[0015] b)、给划分的栅格附时间值,存储在三维数组的第一页 ;如图 3、图 4、图 5 所示 :栅格代表的时间值是指栅格中每一个聚焦点的纵向扫描区域按步长 s 划分,扫描平台匀速运动,每一列的方格又代表扫描到对应聚焦点,方格中心与聚焦点中心重叠时的时间值 ;由于聚焦点倾斜的原因,每列的第一个方格代表的时间初始值各不相同,每一列的时间序列是以扫描步长 s 所经历的时间 t_0 为间隔,逐行向下递增,因此,栅格的每一方格既代表一个曝光中心位置,又代表对应聚焦点到达该位置的相对时间值 ;如图 3 所示,虚拟待曝光区栅格化后的第 5 列 205 被赋予该行对应的聚焦点 151 到达每个方格中心时的时间序列 t_{205} ,以 t_1 为初始值, t_0 为间隔,逐行向下递增,所述时间序列 t_{205} 储存在三维数组的第一页与虚拟待曝光区栅格化后的第 5 列 205 对应的第 5 列 ;如图 4 所示,DMD 聚焦点阵中任意两行两列中的四个聚焦点组成的单元 300 ;聚焦点 141、151、142、152 ;点阵同一行相邻聚焦点中心在扫描方向的垂直距离 301 ;点阵同一列相邻聚焦点中心在扫描方向上的垂直距离 302 ;为使栅格第一行各列的初始值的时间差为 t_0 的整数倍,对旋转角度、点阵间隔、扫描步长的选择增加两个约束 :一个约束为旋转后点阵同一行相邻聚焦点中心在扫描方向的垂直距离 301 为扫描步长 s 的整数倍 ;另一个约束为旋转后点阵同一列相邻聚焦点中心在扫描方向上的垂直距离 302 也为扫描步长 s 的整数倍 ;因此,各列的时间值是以不同初始值在同一个公差为 t_0 的等差递增数列上截取的,存在一个最小时间值 t_{\min} 和一个最大时间值 t_{\max} , $t_{\max} - t_{\min} = a \times t_0$, a 为正整数 ;如图 5 所示,列出了部分列的代表时间序列,栅格第 3 至 7 列 203、204、205、206、207,栅格第一行 210,虚拟待曝光区栅格化后的第 5 列 205 对应的第 5 个聚焦点 151 最先进入栅格化后的虚拟待曝光区 200,给虚拟待曝光区栅格化后的第 5 列 205 的第一个方格代表的时间值为 t_1 ; p 、 k 、 m 、 q 均为正整数,其值由其对应聚焦点在扫描方向上与虚拟待曝光区栅格化后的第 5 列 205 对应的第 5 个聚焦点 151 的垂直距离而定, n 也为正整数,其值由用户输入的图形长度决定 ;根据上面的约束,栅格第一行 210 各列代表的初始值的时间差都为 t_0 的整数倍,对栅格赋予时间值之后,将数据存储在三维数组的第一页 ;

[0016] c)、将需要曝光的图形等比例与栅格对照,给栅格赋值“0”或“1”,存储在三维数组的第二页 ;如图 6 所示,栅格化后的虚拟待曝光区 200,为阐述图形对照,只使用部分栅格 ;需要曝光的图形 500 ;将用户输入的需要曝光的图形等比例与栅格对照,给图形所占据的方格和边缘轮廓所能包含方格中心的方格赋值“1”,为需要曝光的区域,对图形轮廓外的

方格赋值为“0”；每个方格又与固定的聚焦点相对应，又代表一个到达该处所用的时间值，同时解决了每一个聚焦点“何时”在“何处”曝光的问题；对栅格赋值完之后，将数据存储在三维数组的第二页；

[0017] 第二步：给定时间值、提取行向量 2；

[0018] 提取出三维数组第一页各列处于给定时间值时第二页对应位置的“0”或“1”值存入该给定时间值对应的行向量；以 t_0 为间隔，依次从 t_{\min} 到 t_{\max} 作为给定时间值，对上述三维数组第一页提取出各列与给定时间值相同的组元位置，按照从左到右的顺序将第二页对应位置处代表曝光和不曝光的“1”和“0”存入一个长度为 $M \times N$ 的行向量，行向量的单元数就等于 DMD 的聚焦点数；每个时间值都对应一个行向量，如图 7 所示，给定时间值为 t_1 、 t_2 、 t_n 、 t_{\max} 对应的行向量 $600t_1$ 、 $600t_2$ 、 $600t_n$ 、 $600t_{\max}$ ；行向量 $600t_n$ 的前四个单元 t_n001 、 t_n002 、 t_n003 、 t_n004 存储的是虚拟待曝光区栅格化后的第 1 列至第 4 列 201、202、203、204 的方格时间值为 t_n 时与用户输入图像对照的结果；“0”值代表该方格中心没有图形被覆盖或该列没有 t_n 这个时间值，对应的聚焦点 111、121、131、141 在 t_n 时刻为“关”的状态；“1”代表该方格中心被图形覆盖，对应的聚焦点 101、102、103、104 在 t_n 时刻为“开”的状态；对给定的时间值，三维数组第一页的每一列最多只能一个相同值，如果某一列的时间初始值大于给定的时间值，表明该列没有代表该时间值的组元，对应的行向量单元上赋值为“0”；随着提取的时间值增大到一定程度，使得所有聚焦点进入栅格区域，按行去掉前段已被提取出时间值且不再有聚焦点经过的栅格行，如此在每一列提取时间值时扫描的次数大大减少，能快速形成行向量；

[0019] 第三步：处理行向量、得到曝光帧数据 3；

[0020] 将行向量分成 N 个小行向量，每个小行向量 M 个单元，将每个小行向量转置成列向量，依次存入一个 $M \times N$ 的矩阵中，生成的矩阵即为该行向量对应时间值下 DMD 的曝光帧数据；如图 8 所示，给定时间为 t_n 时对应的行向量 $600t_n$ ，分成的小行向量 601、602、603、604、605、606、607，每个小行向量有 5 个单元，小行向量 601、602、603、604、605、606、607 转置生成的列向量 701、702、703、704、705、706、707；行向量 $600t_n$ 分段并转置生成生成的新矩阵 700，也就是 t_n 时刻 DMD 的曝光帧数据；对所有的行向量做相同的处理，就得到了针对用户输入图像的 DMD 曝光帧数据；对由倾斜将聚焦点阵分成若干个重复区域的情形，将第一重复区域按本方法获取帧数据，其他重复区域递加固定时间差，得到曝光帧数据。

[0021] 工作原理说明：本发明利用合理划分曝光位置，将曝光时间与聚焦点的曝光位置统一化，进行一次图形与划分的曝光位置对照，并对所有曝光位置赋值“0”或“1”。用一个有两页的三维数组存储时间值和对照的赋值，提取出相同时间下各聚焦点所在曝光位置的对照赋值组成一帧，随着提取时间值的增大，去掉前段已被提取出时间值的曝光位置，有效的提高了帧数据产生的速率。

[0022] 本发明的积极效果：本发明相比传统曝光帧数据产生方法只进行了一次图形与虚拟曝光区域的对照，有效的节省了帧数据的产生时间；在提取时间值的过程中可以去掉前段已经被提取出时间值的曝光位置，能有效提高帧数据的产生速率；同时本发明既适用于离线状态下生成所有曝光帧数据存入存储单元，又适用于实时产生曝光帧数据传输给临时存储单元，再按固定时间间隔传输给 DMD。

附图说明：

- [0023] 图 1 :是本发明采取的方法步骤流程图；
- [0024] 图 2 :是本发明所示待曝光区域栅格化的示意图；
- [0025] 图 3 :是本发明所示第一列栅格代表的时间序列示意图；
- [0026] 图 4 :是本发明所示第一行方格与聚焦点中心竖直距离的示意图；
- [0027] 图 5 :是本发明所示部分列栅格代表的时间赋值示意图；
- [0028] 图 6 :是用户输入图形与网格对照的示意图；
- [0029] 图 7 :是提取相同时间值生成的行向量示意图；
- [0030] 图 8 :是行向量分段截取并转置存储形成的曝光帧数据示意图；
- [0031] 图 9 :是产生整个曝光帧数据的程序流程图；

具体实施方式：

[0032] 本发明按解决技术问题的技术方案规定的三个步骤在产生整个曝光帧数据的程序流程控制下实施的,每一步都配有附图标识：

[0033] 第一步 :图形处理、存储数据 1；

[0034] a)、将与数字显微镜器件 (DMD) 聚焦点横向尺寸一致的虚拟待曝光区域栅格化,如图 2 所示,用计算机将与 DMD 聚焦点阵 100 和与其横向尺寸对应的待曝光区域按比例缩放,再将待曝光区栅格化为 200,栅格 200 的每一列对应聚焦点中心扫描所经过的区域,例如栅格列 201 对应聚焦点 111、栅格列 202 对应聚焦点 121、栅格列 203 对应聚焦点 131、栅格列 204 对应聚焦点 141、栅格列 205 对应聚焦点 151,每一列的长度由曝光图形决定,列的数目等于 DMD 聚焦点的数目。水平方向相邻方格中心的距离 002 为对应聚焦点中心的水平距离 x ,箭头方向为扫描平台沿纵向的扫描方向,扫描方向相邻方格中心的距离 003 为扫描步长 s ,即每一列的方格为对应聚焦点按扫描步长 s 所划分的曝光位置,栅格的中心为在聚焦点中心扫描轨迹中按步长 s 截取所得。实际聚焦点单次曝光面要大于一个小方格的面积,在此仅是方格中心与曝光中心对应；

[0035] 创建一个有两页的三维数组,每一页数组的行列数都与栅格的行列数相同;每一页的数组元素都与栅格的方格相对应,第一页用来存储赋予栅格的时间值,第二页存储曝光图形与栅格对照的曝光值“0”或“1”；

[0036] b)、给划分的栅格附时间值,存储在三维数组的第一页;以栅格第 5 列 205 为例,如图 3 所示,聚焦点 151 的纵向扫描区域按步长 s 划分,每个方格又代表对应聚焦点 151 扫描的时间序列 t_{205} 。时间序列 t_{205} 是以扫描步长 s 所经历的时间 t_0 为间隔,逐行向下递增。若 205 列初始时间值为 t_1 ,则该列第二个方格代表的时间值为 t_1+t_0 ,第三个方格代表的时间值为 t_1+2t_0 ,其他时间值依次递加。由于聚焦点倾斜的原因,每列的第一个方格代表的时间初始值各不相同。时间序列 t_{205} 储存在三维数组的第一页与栅格 205 列对应的第 5 列。

[0037] 如图 4 所示,为使栅格第一行 210 各列的初始时间值的差为 t_0 的整数倍,对点阵间隔 d 和扫描步长 s 的选择增加两个约束:1. 旋转后点阵同一行相邻聚焦点中心在扫描方向的垂直距离 301 为扫描步长 s 的整数倍;2. 旋转后点阵同一列相邻聚焦点中心在扫描方向上的垂直距离 302 也为扫描步长 s 的整数倍。

[0038] 根据以上描述,栅格 200 的每一方格既代表一个曝光中心位置,又代表对应聚焦

点到达该位置的相对时间值。各列的时间值可看做从同一个公差为 t_0 的等差递增数列上,以不同初始值截取的数值。如图 5 所示,列出了部分列代表的时间序列,203、204、205、206、207 为栅格第 3 至 7 列,210 为栅格第一行(栅格长宽比并没有按实际比例给出)。聚焦点 151 最先进入栅格 200,给栅格列 205 的第一个方格时间值为 t_1 ; p 、 k 、 m 、 q 均为正整数,其值由其对应聚焦点在扫描方向上与聚焦点 151 中心的垂直距离而定, n 也为正整数,其值由用户输入的图形长度决定。根据上面的约束,栅格第一行 210 各列的初始值的时间差都为 t_0 的整数倍。对栅格赋予时间值之后,将数据存储在三维数组的第一页;

[0039] c)、将需要曝光的图形等比例与栅格对照,给栅格赋值“0”或“1”,存储在三维数组的第二页。如图 6 所示,将用户输入的图形 500 同比例与栅格 200 对照(此处为说明图形对照,图中只给出部分栅格),给图形所占据的方格和边缘轮廓所能包含方格中心的方格赋值“1”,为需要曝光的区域,对图形轮廓外的方格赋值为“0”。每列方格又与固定的聚焦点相对应,同时又代表一个到达该处所用的时间值,同时解决了每一个聚焦点“何时”在“何处”曝光的问题。每个方格的面积不等于聚焦点单次曝光的面积,仅方格的中心和聚焦点在该位置曝光时的中心重合。

[0040] 第二步:给定时间值、提取行向量 2;

[0041] 提取出三维数组第一页各列处于给定时间值时第二页对应位置的“0”或“1”值存入该给定时间值对应的行向量。以 t_0 为间隔,依次从 t_{\min} 到 t_{\max} 作为给定时间值,对上述三维数组第一页提取出各列与给定时间值相同的组元位置,按照从左到右的顺序将第二页对应位置处代表曝光和不曝光的“1”和“0”存入行向量 600(见图 2),行向量 600 的单元数等于 DMD 的聚焦点数。对给定的时间值,每一列最多只能提取出一个值,若某一列没有代表该时间值的组元,该列对应的行向量单元上赋值为“0”。如图 7 所示,从 t_1 到 t_{\max} ,每个时间值都对应一个行向量,以行向量 $600t_n$ 为例,行向量 $600t_n$ 的单元 (t_n001 、 t_n002 、 t_n003 、 t_n004 ……) 存储的是栅格列 (201、202、203、204……) 的方格时间值为 t_n 时与用户输入图像对照的结果,“0”值代表该方格中心没有图形被覆盖或该列没有 t_n 这个时间值,对应的聚焦点 (111、121、131、141……) 在 t_n 时刻为“关”的状态;“1”代表该方格中心被图形覆盖,对应的聚焦点 (101、102、103、104……) 在 t_n 时刻为“开”的状态。为了方便描述,图 7 中各行向量单元的值是随机取得,不是依据图 6 的覆盖情况取值。

[0042] 在此仅将栅格与用户图形进行一次对照,减少了数据产生所用的时间。

[0043] 因为是按照从小到大的顺序提取时间值,且各列的时间值也是按照从小到大的顺序分布,因此不必扫描三维数组第一页的整列时间值便能提取到所要的时间值(该列在最大时间值除外)。这就能快速的提取出第二页对应位置处的“0”或“1”值。对于某一列没有该时间值的情况,如果某一列的时间初始值大于要提取的时间值,就能判断该列没有要提取的时间值,亦不需要扫描整列时间值。

[0044] 随着提取的时间值增大到一定程度,使得所有聚焦点进入栅格区域,按行去掉前段已被提取出时间值且不再有聚焦点经过的栅格行,如此在每一列提取时间值时扫描的次数大大减少,进而减少了提取出三维数组第二页对应位置处“0”或“1”值时所用的时间,能快速的形成行向量。

[0045] 第三步:处理行向量、得到曝光帧数据 3;

[0046] 将行向量分段并转置存入矩阵,得到给定时间值下 DMD 的曝光帧数据;依上所述,

每一个行向量的第 1 至 5 个单元依次为控制 DMD 第一列聚焦点的“开”、“关”数据,第 6 至 10 个单元依次对应控制 DMD 第二列聚焦点的“开”、“关”数据,依次类推,得出控制 DMD 所有聚焦点的“开”、“关”的数据。

[0047] 如图 8 所示,将给定时间为 t_n 时对应的行向量 $600t_n$ 分成小行向量 601、602、603、604、605、606、607,每个小行向量有 5 个单元;然后对小行向量 601、602、603、604、605、606、607 转置生成列向量 701、702、703、704、705、706、707;将转置生成的列向量储存在新矩阵 700 中,得到 t_n 时刻 DMD 的曝光帧数据。

[0048] 对所有的行向量做相同的处理,并按照时间顺序存储,就得到了针对用户输入图像的 DMD 曝光帧数据。

[0049] 本发明实现的程序流程如图 9 所示,先输入用户所需图形,按照相邻水平间隔 x 和扫描步长 s 将待曝光区域栅格化,创建行列数目与栅格相同的两页三维数组;再计算出栅格第一行栅格的时间初始值,逐行递加 t_0 给所有栅格赋时间值,存入三维数组的第一页;将用户所需图形与栅格对照,根据图形对照情况给栅格赋值“0”或“1”,存入三维数组的第二页;在时间序列中提取出最小值 t_1 和最大值 t_{max} ;输入时间值 t_1 ;按已述方法扫描三维数组第一页的各列,提取出相应时间值的位置处对应的第二页组元的“0”或“1”值,存入每个时间值对应的行向量;将行向量按聚焦点行的数目分段并转置存入矩阵;存储矩阵数据,得出给定时间值时的曝光数据;输入时间值加上 t_0 ,得到新时间值 t_n ;判断 t_n 是否大于最大时间值 t_{max} ,如果不成立,以 t_n 作为输入时间值开始循环;如果成立,则结束,得到所有曝光帧数据。



图 1

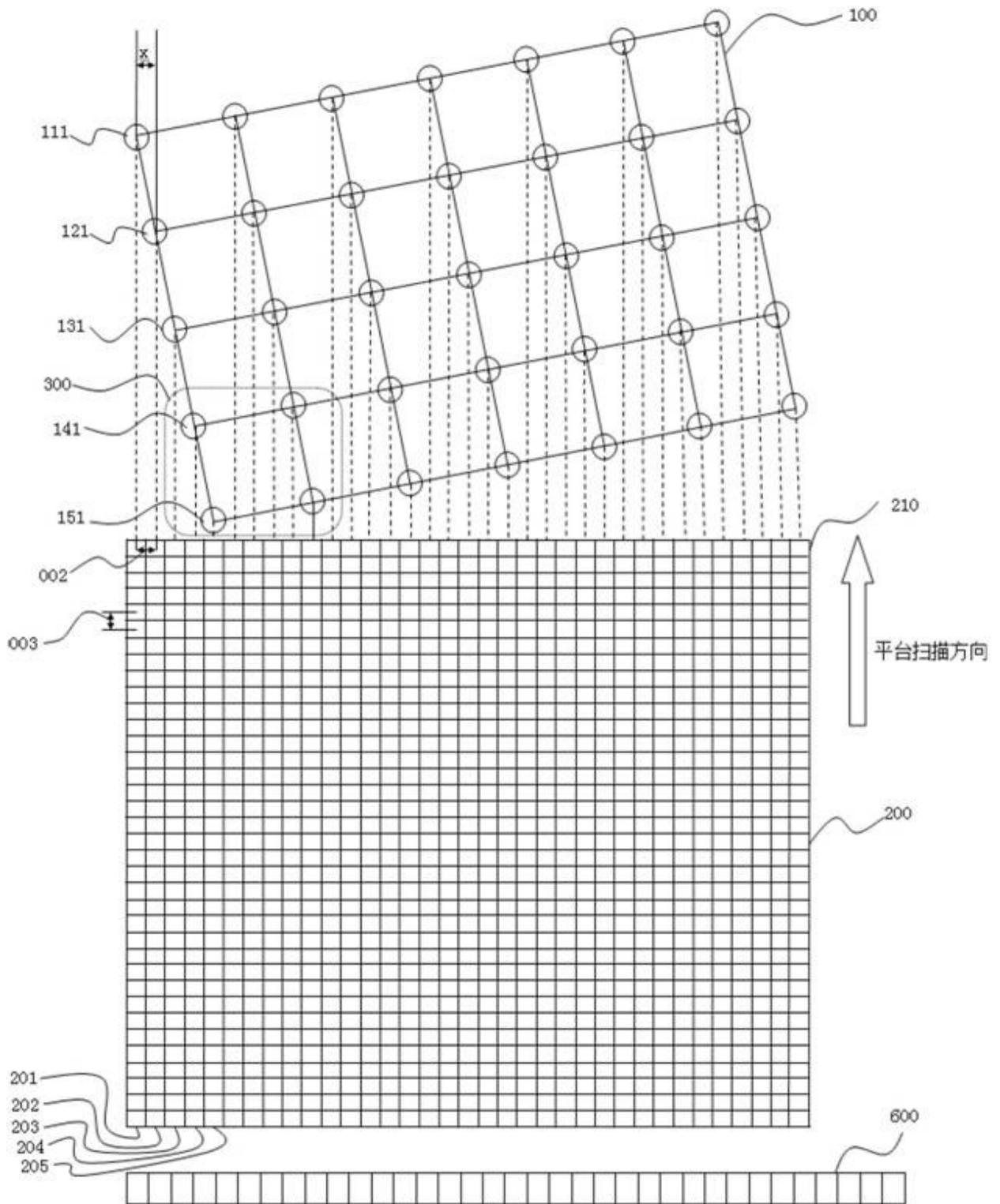


图 2

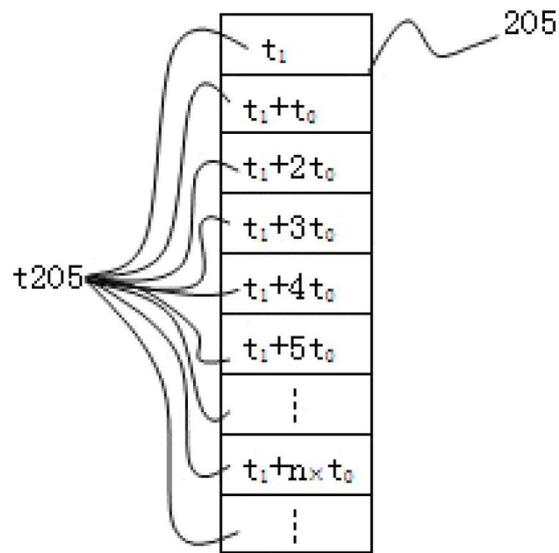


图 3

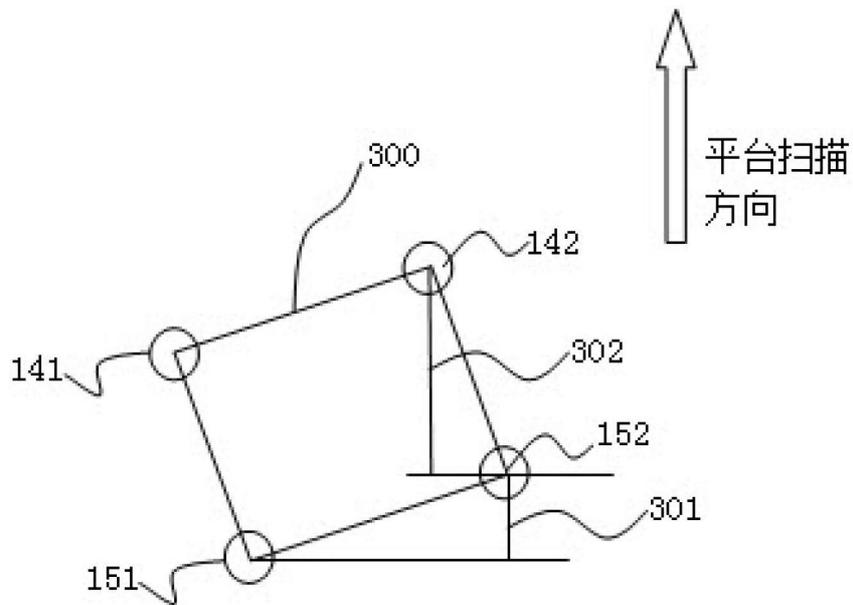


图 4

	203	204	205	206	207
210	$t_i + p \times t_0$	$t_i + k \times t_0$	t_i	$t_i + m \times t_0$	$t_i + q \times t_0$
	$t_i + (p+1) \times t_0$	$t_i + (k+1) \times t_0$	$t_i + t_0$	$t_i + (m+1) \times t_0$	$t_i + (q+1) \times t_0$
	$t_i + (p+2) \times t_0$	$t_i + (k+2) \times t_0$	$t_i + 2t_0$	$t_i + (m+2) \times t_0$	$t_i + (q+2) \times t_0$
	$t_i + (p+3) \times t_0$	$t_i + (k+3) \times t_0$	$t_i + 3t_0$	$t_i + (m+3) \times t_0$	$t_i + (q+3) \times t_0$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$t_i + (p+n) \times t_0$	$t_i + (k+n) \times t_0$	$t_i + n \times t_0$	$t_i + (m+n) \times t_0$	$t_i + (q+n) \times t_0$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

图 5

500																		200																	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

图 6

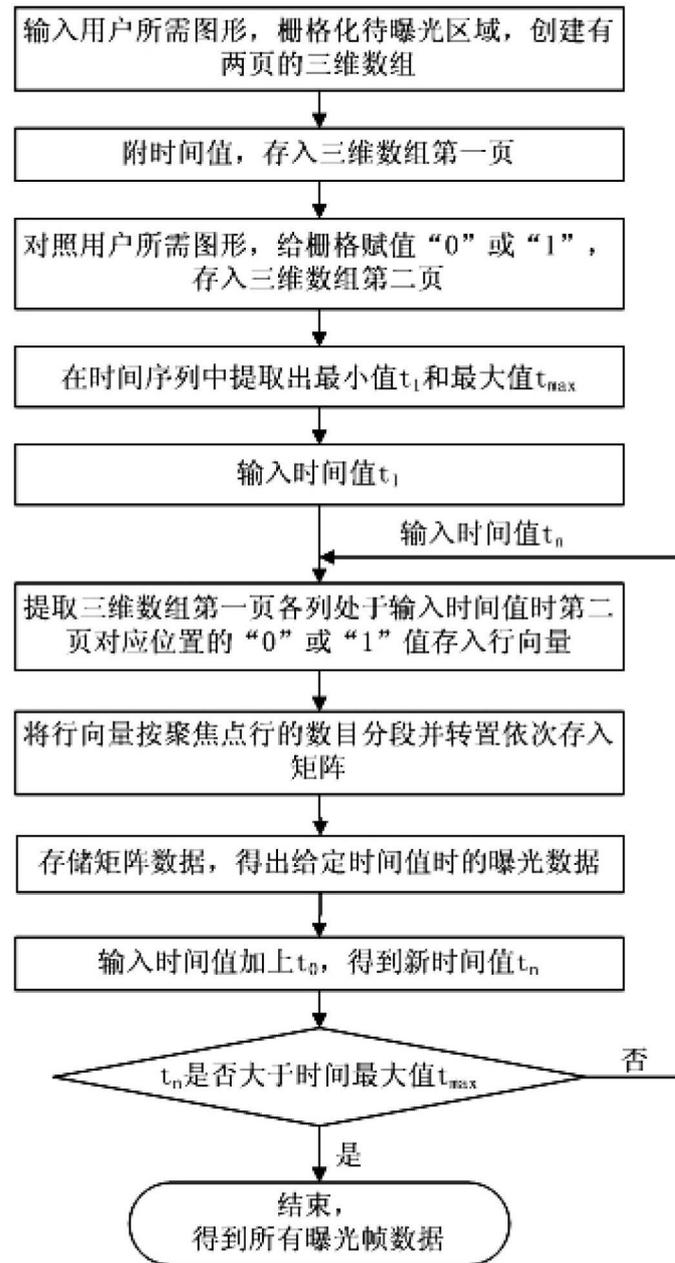


图 9