

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102955366 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201110241777. 3

(22) 申请日 2011. 08. 22

(71) 申请人 上海微电子装备有限公司

地址 201203 上海市浦东区张江高科技园区
张东路 1525 号

(72) 发明人 张俊 唐世弋 陈勇辉

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有
限公司 11278

代理人 王光辉

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

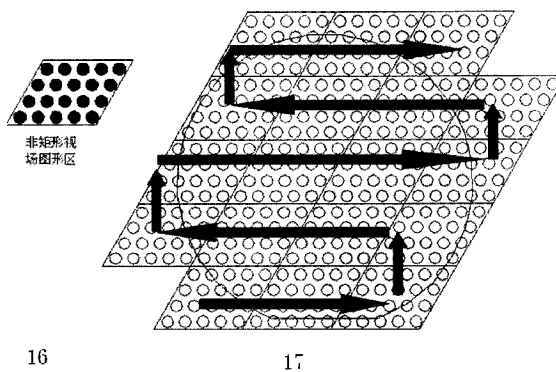
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 11 页

(54) 发明名称

一种投影曝光装置与拼接方法

(57) 摘要

一种投影曝光装置,用于在基底表面形成曝光图案,包括:可变狭缝,所述可变狭缝包括若干刀口,其特征在于,所述可变狭缝的刀口既可平移运动也可旋转运动,根据待曝光图案的排布,调整所述刀口来调整所述可变狭缝的视场的形状和尺寸,使得所述视场边缘从所述待曝光图案之间穿过或使得所述视场包含了所述待曝光图案区域,从而使得所述视场之间的拼接线不穿过所述曝光图案。



1. 一种投影曝光装置,用于在基底表面形成曝光图案,包括:可变狭缝,所述可变狭缝包括若干刀口,其特征在于,所述可变狭缝的刀口既可平移运动也可旋转运动,根据待曝光图案的排布,调整所述刀口来调整所述可变狭缝的视场的形状和尺寸,使得所述视场边缘从所述待曝光图案之间穿过或使得所述视场包含了所述待曝光图案区域; ,从而使得所述视场之间的拼接线不穿过所述曝光图案。

2. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述刀口数目为四个,通过调整所述刀口得到菱形、矩形或梯形视场。

3. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述刀口数目为六个,通过调整所述刀口得到六边形视场。

4. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述刀口数目为三个,通过调整所述刀口得到三角形视场。

5. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述待曝光图案的排布为矩形或非矩形排布。

6. 根据权利要求5所述的曝光装置,所述非矩形排布为菱形、六边形、三角形或梯形排布。

7. 一种投影曝光方法,包括:

(1) 将掩模加载到掩模台,所述掩模上具有待曝光图案;

(2) 将基底加载到工件台;

(3) 根据待曝光图案的排布,将可变狭缝中的刀口进行平移和/或旋转运动以调整所述可变狭缝的视场尺寸及形状,使得所述视场边缘从所述待曝光图案之间穿过或使得所述视场包含了所述掩模上待曝光图案区域;

(4) 移动所述工件台,将所述基底所需曝光区域移动到所述掩模下方,对所述基底逐场曝光,直至整个基底被全部曝光。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,曝光方式为步进式或扫描式。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述刀口数目为四个,通过调整所述刀口得到菱形、矩形或梯形视场。

10. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述刀口数目为六个,通过调整所述刀口得到六边形视场。

11. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述刀口数目为三个,通过调整所述刀口得到三角形视场。

12. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述待曝光图案的排布为矩形排布或非矩形排布。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述非矩形分布为菱形、六边形、三角形、或梯形排布。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述非矩形排布为三角形排布或梯形排布,所述可变狭缝形成的视场的形状为相应的三角形或梯形,所述视场边缘从所述待曝光图案之间穿过,整个基底分为两个分别具有正立和倒立的三角形或梯形的区域,先对其中一个区域进行逐场曝光,将该区域完全曝光后旋转基底,再对另一区域进行逐场曝光,直至整个基底曝光完毕。

一种投影曝光装置与拼接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光刻领域,尤其涉及光刻装置中的投影曝光装置及投影曝光和拼接方法。

背景技术

[0002] 在高亮度发光二极管 HBLED 的加工工艺中, GaN 基 LED 外延是在蓝宝石衬底上制备的。由于 GaN 和蓝宝石衬底材料的晶格常数相差 14%, 造成降低载流子的产生率, 产生大量热能, 缩短芯片的寿命。图形化蓝宝石基板 PSS 技术可以有效的提高芯片内部量子效率, 改变 LED 光学路线, 提升 LED 外部量子效应。

[0003] PSS 的工艺流程是首先用光刻工艺在蓝宝石基底上制作出周期性图形如图 1 所示, 在 2 英寸或 4 英寸圆形基底上光刻出圆形图案, 通常图案直径和图案间距比为 2 : 1 或 3 : 1 排布; 然后进行干法或湿法刻蚀出图形结构, 最后在 PSS 层上进行 moccvd 制作 GaN 基发光二极管的外延层。在光刻工艺中, 由于使用的蓝宝石衬底的翘曲度和总厚度偏差 TTV 达不到传统 IC 加工中使用的硅衬底的要求, 所以使用接触式或接近式光刻机对整片蓝宝石衬底曝光难以达到产品的合格率要求。投影光刻机的视场小, 在一片蓝宝石基底上分多次曝光如图 2 所示, 图 2 中的 1 是矩形视场下的图案排布, 视场四个边缘部分都会有半个曝光图形, 将图 1 进行拼接曝光就可以完成整片基底的曝光如图 2 中的 2 所示。步进投影光刻机可以较好的解决基底翘曲较严重的问题, 但是视场拼接会使曝光图案拼接产生误差。图 3 所示为理想的拼接图案和几种典型的不合格拼接图案。如图 3 所示, 理想的拼接图案是一个完整的圆形; 在实际情况中两拼接图形会产生 X 方向的位移, 如图 3 中的第 4 和第 5 拼接图案所示; 两拼接图形也有可能产生 Y 方向的位移, 如图 3 中的第 2 和第 3 拼接图案所示。经实验发现图案形变主要在视场之间的拼接部分, 其主要原因是传统的投影光刻机的视场都是矩形, PSS 工艺的图案排布成菱形而且没有切割槽, 所以矩形的小视场必然会把一个图案分成几部分。实验结果如图 4 所示。在理想状态下可以通过图案拼接的方法完成曝光, 但是投影图像会发生畸变, 会使一个像点从理想位置产生位移, 比如对于线宽在 2 微米的线条, 相对畸变往往要小于 0.1 微米才会保证较好的套刻精度, 传统的投影光刻机难以很好多的解决这个问题。

[0004] 对于类似于 PSS 工艺中衬底的特殊的周期性图形排布方式, 本发明提出了投影光刻机可以改变视场形状的曝光方法, 能解决传统投影光刻机拼接图像要求高的问题, 改善曝光质量。

发明内容

[0005] 传统的投影光刻机的视场形状由可变狭缝处的四个刀口组成, 四个刀口都能水平移动, 通过四个刀口的水平移动改变矩形视场的尺寸, 本发明在保留刀口水平移动的两个自由度外, 还在部分刀口处增加了旋转的自由度, 可以实现非矩形视场。通过该结构, 可以将视场变成菱形、三角形、梯形或六边形等, 以满足多种特殊光刻需求, 提高曝光质量。

[0006] 本发明的投影曝光装置,用于在基底表面形成曝光图案,包括:可变狭缝,所述可变狭缝包括若干刀口,其特征在于,所述可变狭缝的刀口既可平移运动也可旋转运动,根据待曝光图案的排布,调整所述刀口来调整所述可变狭缝的视场的形状和尺寸,使得所述视场边缘从所述待曝光图案之间穿过或使得所述视场包含了所述待曝光图案区域; ,从而使使得所述视场之间的拼接线不穿过所述曝光图案。

[0007] 其中,所述刀口数目为四个,通过调整所述刀口得到菱形、矩形或梯形视场。

[0008] 其中,所述刀口数目为六个,通过调整所述刀口得到六边形视场。

[0009] 其中,所述刀口数目为三个,通过调整所述刀口得到三角形视场。

[0010] 其中,所述待曝光图案的排布为矩形或非矩形排布。

[0011] 其中,所述非矩形排布为菱形、六边形、三角形或梯形排布。

[0012] 本发明还提出了一种投影曝光方法,包括:

[0013] (1) 将掩模加载到掩模台,所述掩模上具有待曝光图案;

[0014] (2) 将基底加载到工件台;

[0015] (3) 根据待曝光图案的排布,将可变狭缝中的刀口进行平移和 / 或旋转运动以调整所述可变狭缝的视场尺寸及形状,使得所述视场边缘从所述待曝光图案之间穿过或使得所述视场包含了所述掩模上待曝光图案区域;

[0016] (4) 移动所述工件台,将所述基底所需曝光区域移动到所述掩模下方,对所述基底逐场曝光,直至整个基底被全部曝光。

[0017] 其中,曝光方式为步进式或扫描式。

[0018] 其中,所述刀口数目为四个,通过调整所述刀口得到菱形、矩形或梯形视场。

[0019] 其中,所述刀口数目为六个,通过调整所述刀口得到六边形视场。

[0020] 其中,所述刀口数目为三个,通过调整所述刀口得到三角形视场。

[0021] 其中,所述待曝光图案的排布为矩形排布或非矩形排布。

[0022] 其中,所述非矩形分布为菱形、六边形、三角形、或梯形排布。

[0023] 其中,所述非矩形排布为三角形排布或梯形排布,所述可变狭缝形成的视场的形状为相应的三角形或梯形,所述视场边缘从所述待曝光图案之间穿过,整个基底分为两个分别具有正立和倒立的三角形或梯形的区域,先对其中一个区域进行逐场曝光,将该区域完全曝光后旋转基底,再对另一区域进行逐场曝光,直至整个基底曝光完毕。

[0024] 使用非矩形非圆形视场曝光,可以根据图案的排布选择合适的视场曝光,使曝光图案不被视场之间的拼接线分割开,避免了图案拼接的问题,即使投影图像发生畸变也不会影响图案形状。比如说,在图形化蓝宝石衬底曝光时,采用传统曝光方式,需要将掩模边缘图形设计成为半圆,再拼接,增加了系统难度,而采用本装置与方法可避免此问题。

附图说明

[0025] 关于本发明的优点与精神可以通过以下的发明详述及所附图式得到进一步的了解。

[0026] 图 1 所示为利用光刻工艺在蓝宝石基底上制作出的周期性图形的示例;

[0027] 图 2 所示为传统的利用矩形视场进行曝光的视场图形和按照步进方式曝光拼接后的整体图案;

- [0028] 图 3 所示为典型的拼接图形；
- [0029] 图 4 所示为逐场曝光拼接后的曝光显影结果；
- [0030] 图 5 所示为本发明所用的投影曝光装置的结构示意图；
- [0031] 图 6 所示为传统的可变狭缝的四个刀口的结构示意图；
- [0032] 图 7 所示为根据本发明的四个刀口的可变狭缝的结构示意图；
- [0033] 图 8 所示为可变狭缝刀口的结构示意图；
- [0034] 图 9 所示为根据本发明的成菱形排布的需要曝光的圆形的排布图案；
- [0035] 图 10 所示为将本发明的四个刀口形成菱形的动作示意图；
- [0036] 图 11 所示为根据本发明的第一实施方式的视场的结构示意图；
- [0037] 图 12 所示为根据本发明的实施方式的曝光路径示意图；
- [0038] 图 13 所示为根据本发明的三个刀口的可变狭缝的结构示意图；
- [0039] 图 14 所示为根据本发明的成三角形排布的需要曝光的圆形的排布图案；
- [0040] 图 15 所示为根据本发明的对六边形排布的待曝光图案的曝光路径示意图；
- [0041] 图 16 所示为根据本发明的三角形或梯形排布的待曝光图案的视场形状示意图；
- [0042] 图 17 所示为本发明使用的几种不同的曝光处方。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图详细说明本发明的具体实施例。

[0044] 投影式光刻机的基本结构原理如图 5 所示, 主要由光源 1、匀光器件 2、可变狭缝 3、照明镜组 4、物镜 6 等几大部分组成。工作原理是: 首先光源 1 产生照明光, 穿过匀光器件 2 和可变狭缝 3, 然后经照明镜组 4 折射后, 通过物镜 6 投影在基底 7 上。其中光源 1 产生投影光刻要求的分辨率所需要的曝光波段; 匀光器件 2 根据柯拉照明原理, 将光束分割再叠加, 提高光能分布的均匀性; 可变狭缝 3 通过调整刀口来决定视场的尺寸; 在本发明中将可变狭缝 3 和掩模 5 之间部分定义为照明镜组 4, 主要作用是对穿过可变狭缝后的光束进行再处理。物镜 6 的功能是把掩模 5 上的掩模图案成像到基底 7 上。所述基底 7 被真空吸附在可以做六维运动的工件台上, 在步进曝光过程中, 基底 7 和掩模台作相对运动, 两者都垂直于光轴的方向。

[0045] 实现非矩形视场主要是通过改变可变狭缝 3 的四个刀口的位置来实现的。传统的可变狭缝的四个刀口的结构示意图如图 6 所示, 根据主光线传播方的右手定则定义的四个不透光刀口 8、9、10、11 互相叠在一起。在可变狭缝垂直于光轴平面上设置相互垂直的两个方向, 分别定义所述垂直的两个方向为 X 方向和 Y 方向, 四个刀口都可以分别在 X 方向和 Y 方向上移动, 光源从四个刀口组成的矩形空白处穿过, 这种机械结构只能构成矩形视场。

[0046] 投影光刻机的路径规划如图 2 箭头方向所示, 先沿水平方向一个个视场逐个曝光, 当一排曝光完成后再沿垂直方向步进, 然后再沿水平方向反向步进, 如此反复直到全部基底曝光完成。

[0047] 本发明在保留传统可变狭缝处的四个刀口的机械结构和自由度外, 增加旋转的自由度来实现非矩形视场, 如图 7 所示, 通过旋转刀口 9、11 和平移刀口 8、10 就可以组成一组非矩形视场。本发明增加旋转自由度的方法如图 8 所示, 12、13 分别是刀口 11 的俯视和主视结构示意图, 14、15 分别是刀口 9 的俯视和主视结构示意图。基本机械结构设计是在刀口

9 和刀口 11 下方各增加一个电机,所述电机可以使刀口 9 以刀口的左上角为原点旋转和刀口 11 以刀口的右上角为原点旋转,同时刀口 8 和 10 配合地在 X、Y 方向移动后,就可以实现非矩形视场。

[0048] 第一实施方式

[0049] 本实施例中,以直径为 50 毫米的蓝宝石材料作为基底,需要曝光圆形图案成菱形排布,图案直径为 2 微米,图案间距 1 微米,排布示意图如图 9 所示。四个刀口的初始状态如图 6 所示。顺时针旋转刀口 9 和 11 各 30 度,就可以使视场之间的拼接线不从图形区穿过,菱形视场如图 9 所示,视场的四条边都距离图形边缘 0.5 微米。形成该菱形视场的动作步骤为:

[0050] 1. 首先 9 刀口以左上角为原点顺时针旋转 30 度;

[0051] 2. 然后 11 刀口以右上角为原点顺时针旋转 30 度;

[0052] 3. 平移 8 刀口和 10 刀口位置,得到距离 H;

[0053] 动作示意图如图 10 所示。

[0054] 根据图 11 可以得到 H 的计算公式:

$H = 1.5 + 1.5 + 3 \times N \times \cos 30^\circ = 1.5 + 1.5 + 1.5N\sqrt{3}$ 微米;由于圆形图案的直径为 2 微米,间距为 1 微米,根据直角三角形计算公式可以得到两排图形的圆心距离为 $3\sqrt{3}$ 微米, N 表示实际情况下有多少个两排图形的圆心距离,比如以示意图 11 为例,该图中的 N 为 3,将 $N = 3$ 带入公式得到 $H = 10.794$ 微米 ($\sqrt{3} = 1.732$) 的长度后,同样根据直角三角形计算公式就可以得到 $L1 = \frac{2}{3}\sqrt{3}H = 12.463$ 微米 ($\sqrt{3} = 1.732$)。在实际应用中,如果以 15×15 毫米的矩形视场

尺寸为例,刀口 9 和 11 顺时针旋转 30 度可以得到最大视场: $L1 = 10.436$ 毫米, $L2 = 15$ 毫米。

[0055] 图 12 所示为本发明步进光刻机的曝光路径示意图,当采用菱形视场 16 后,不会像矩形视场有图案被拼接线分割,其运动方式和传统步进光刻机相同,如路径 17 所示:先沿水平方向一个个视场逐个曝光,当一排图形曝光完成后再沿垂直方向步进,然后再沿反向水平方向步进,如此反复直到全部基底曝光完成。

[0056] 图 15 中的 18、19 为本发明采用六边形视场后的步进光刻机曝光两种路径示意图,证明采用六边形视场也可以像菱形视场那样解决图案被拼接线分割的问题,其运动方式和传统的步进光刻机相同,第一种路径如路径 18 所示:以左下角的视场为起点,先以 ± 32 度方向(本发明中的角度的正负均为相对于 X 轴正半轴的夹角)水平运动一个个视场逐个曝光,当一排图形曝光完成后垂直上移一个曝光视场后,再以 ± 32 度方向反方向水平运动,如此反复直到全部基底曝光完成;第二种路径如路径 19 所示:以左上角的视场为起点,向 32 度方向运动一个个视场逐个曝光,当一排图形曝光完成后再运动下一排曝光区域,向 -148 度方向运动一个个视场逐个曝光,如此反复直到全部基底曝光完成。

[0057] 图 17 所示为本发明使用的几种不同的曝光处方。22 为本实施例所用的曝光处方。该处方介绍了通过改变可变狭缝形成菱形或六角形视场后使用传统矩形掩模实现 PSS 工艺的工作流程。下面结合该曝光处方对本发明的曝光装置的工作流程进行详细描述:

[0058] 1. 将 50mm 掩模经过传输系统上到掩模支架内;

[0059] 2. 将 4 寸蓝宝石基底传输到工件台上方,放下,启动真空吸附,将基底吸附于真空

吸盘上；

[0060] 3. 将可变狭缝的刀口旋转平移形成菱形或六角形视场,其原理与图 7 所示的原理相同；

[0061] 4. 根据视场形状选择步进处方,菱形视场的步进处方如图 12 所示;六边形视场的步进处方如图 15 所示,移动工件台,将基底所需曝光区域移动到掩模下方一个个视场逐个曝光。

[0062] 采用这种方法的优点是对于图案直径和图案间距比为 2 : 1 或 3 : 1 排布的规则图形,一次曝光就能实现工艺要求。

[0063] 需要说明的是,尽管本实施例中采用的是菱形视场,但是也可以用三角形视场(在第二实施方式中详述),刀片结构如图 13 所示,其视场图形如图 14 所示。曝光方式和菱形视场相似,此处不再赘述。

[0064] 此外,需要补充的是在采用图 6 所示的传统的矩形视场时,若将掩模形状做成图 9 所示的菱形或图 14 所示的三角形(在第三实施方式中详述),也可以避免半圆拼接情况的发生。曝光方式和前文菱形视场相似,此处不再赘述。

[0065] 第二实施方式

[0066] 图 16 所示为本发明采用正三角形视场和梯形视场两种视场的步进光刻机曝光示意图。正三角形视场和梯形视场的形成方式与实施例 1 中的棱形视场的形成方式相似,采用这两种非矩形视场也可以避免图案被拼接线分割,其运动方式和传统步进光刻机相同。如 20 所示,三角形视场首先对基板上的区域 1 进行逐个视场的曝光,然后将基板水平旋转 180 度,再对基板上的区域 2 进行逐个视场曝光。21 中使用梯形视场原理与正三角形视场类似,首先对基板上的区域 1 进行逐个视场的曝光,然后将基板水平旋转 180 度,再对基板上的区域 2 进行逐个视场曝光。

[0067] 图 17 的 23 示出了本实施例使用的曝光处方,该处方示出了通过改变可变狭缝形成三角形或梯形视场后使用传统矩形掩模实现 PSS 工艺的工作流程。下面结合图 17 的 23 对本发明的曝光装置的工作流程进行详细描述。

[0068] 1. 将 50mm 掩模经过传输系统上到掩模支架内；

[0069] 2. 将 4 寸蓝宝石基底传输到工件台上方,放下,启动真空吸附,将基底吸附于真空吸盘上；

[0070] 3. 将可变狭缝的刀口旋转平移,形成梯形或三角形视场,其原理如图 13 所示；

[0071] 4. 根据视场形状选择步进处方,视场如图 16 的 20、21 所示,移动工件台,将基底所需曝光区域移动到掩模下方,先将基底的区域 1 逐个视场曝光,再旋转基底后逐个曝光基底的区域 2。

[0072] 需要注意的是光刻机的工件台具有旋转功能,可以实现基底的 360 度旋转。在本实施例中基底需要旋转 180 度

[0073] 采用这种方法可以实现图形区不被拼接线分割,但是需要将一片基底分成 2 个区域,先对其中一个区域曝光,然后旋转基底再对另一个区域曝光。

[0074] 第三实施方式

[0075] 本发明的第三种方法是采用传统的如图 6 所示的矩形视场,掩模形状做成如图 9 或图 12 所示的菱形或图 14 所示的三角形等非矩形形状,在将掩模形状做成菱形时,光刻机

的工作台的运动方式如图 2 所示与实施例 1 类似。其工作流程为：

[0076] 1. 将掩模经过传输系统上到掩模支架内；

[0077] 2. 将 4 寸蓝宝石基底传输到工件台上方，放下，启动真空吸附，将基底吸附于真空吸盘上；

[0078] 3. 根据视场形状选择如图 12 所示的步进处方，移动工件台，将基底所需曝光区域移动到掩模下方一个个视场逐个曝光。

[0079] 图 17 的 24 所示为本实施例在掩模形状为三角形时所用的曝光处方，该处方示出了这种使用矩形视场和非矩形掩模实现 PSS 工艺的工作流程。根据该曝光处方进行曝光的工作流程为：

[0080] 1. 将掩模经过传输系统上到掩模支架内；

[0081] 2. 将 4 寸蓝宝石基底传输到工件台上方，放下，启动真空吸附，将基底吸附于真空吸盘上；

[0082] 3. 根据图 16 的 20 所示的视场，移动工件台，将基底所需曝光区域移动到掩模下方，先将基底的区域 1 逐个视场曝光，再旋转基底后逐个曝光基底的区域 2。

[0083] 采用这种方法的优点是不需要对传统的光刻机设备进行改造，更改掩模板的价格较低廉。同样缺点也较为明显，不对称的非矩形掩模在光刻时会有受热不均的现象，长时间使用掩模会产生形变而引入各种误差。

[0084] 第四实施方式

[0085] 除了上面的三种实施方式，本发明还可以将非矩形视场与非矩形掩模配合使用。例如图 13 所示的非矩形视场即可与如图 14 所示的非矩形掩模配合使用。光刻机的工作时的运动方向根据非矩形视场的形状来决定。图 17 的 25 示出了一种曝光处方的实施例，该处方介绍了使用图 13 所示的非矩形视场和图 14 所示的非矩形掩模实现 PSS 工艺的工作流程。根据该曝光处方进行曝光的工作流程为：

[0086] 1. 将掩模经过传输系统上到掩模支架内；

[0087] 2. 将 4 寸蓝宝石基底传输到工件台上方，放下，启动真空吸附，将基底吸附于真空吸盘上；

[0088] 3. 将可变狭缝的刀口旋转平移形成三角视场；

[0089] 4. 根据如图 16 的 20 所示的视场，移动工件台，将基底所需曝光区域移动到掩模下方，

[0090] 先将基底的区域 1 逐个视场曝光，再旋转基底后逐个曝光基底的区域 2。

[0091] 相对于第一实施方式、第二实施方式和第三实施方式，本实施方式的工艺效果更好，但是相对成本最高。

[0092] 本说明书中所述的只是本发明的较佳具体实施例，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对本发明的限制。凡本领域技术人员依本发明的构思通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在本发明的范围之内。

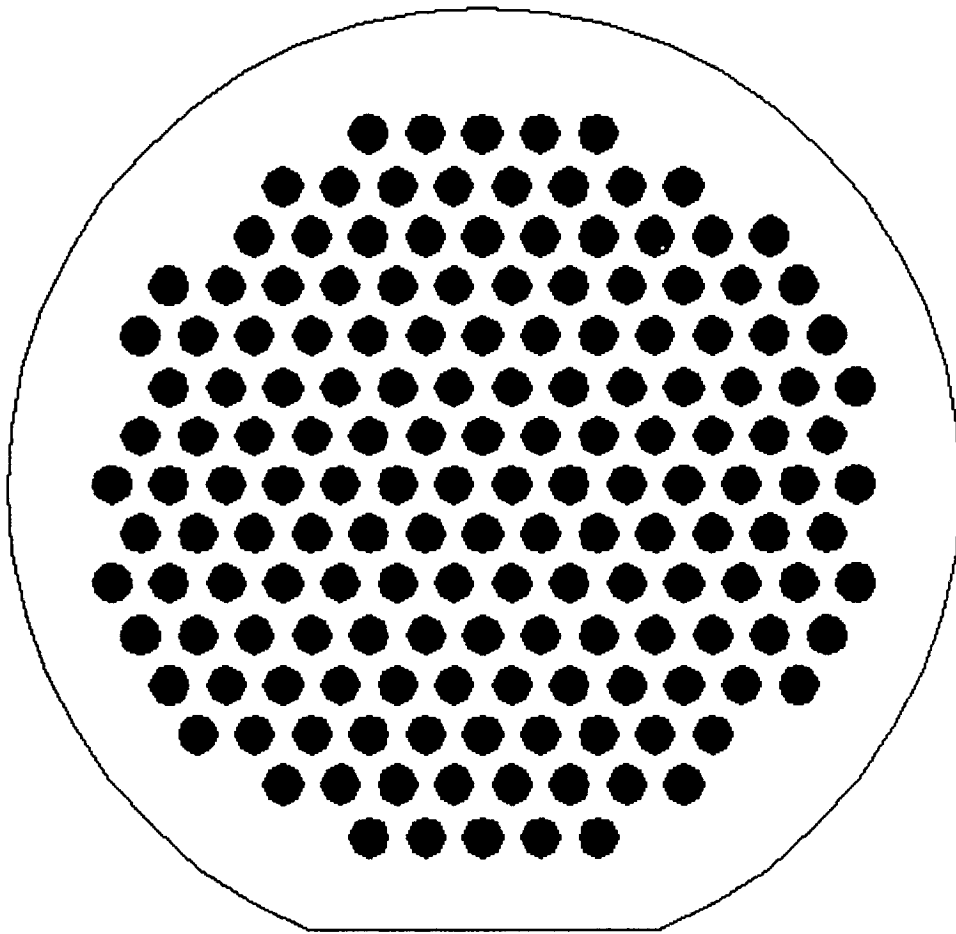


图 1

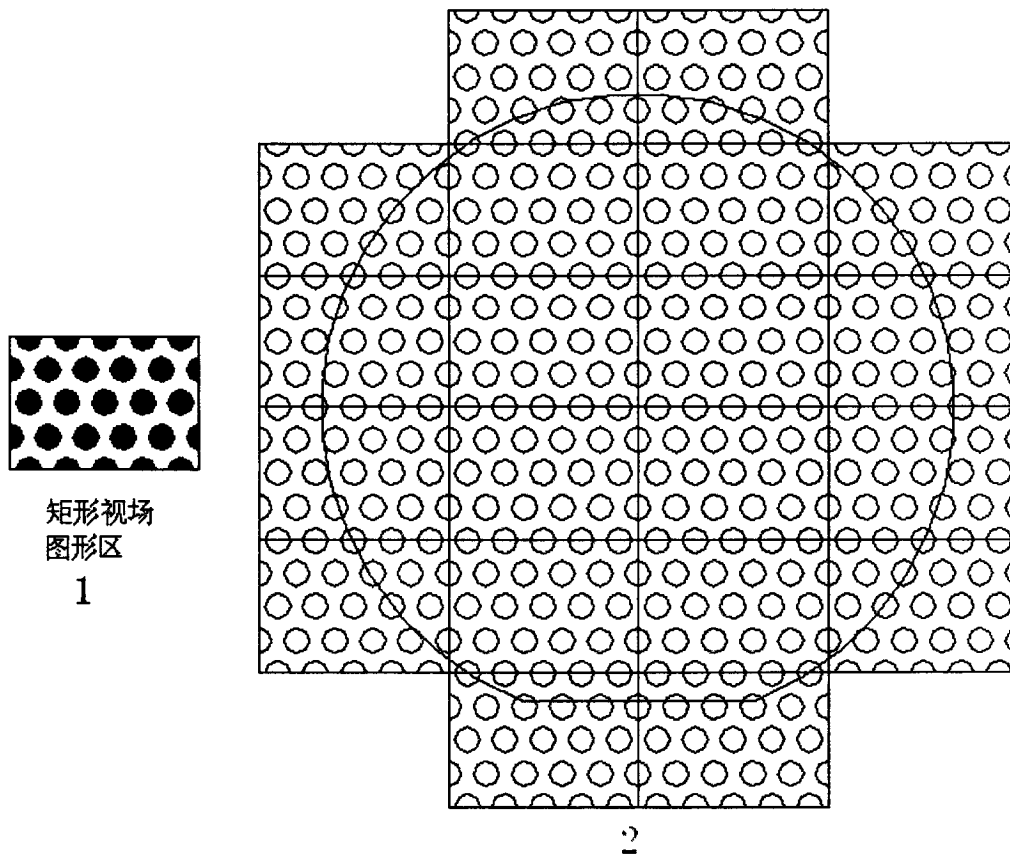


图 2

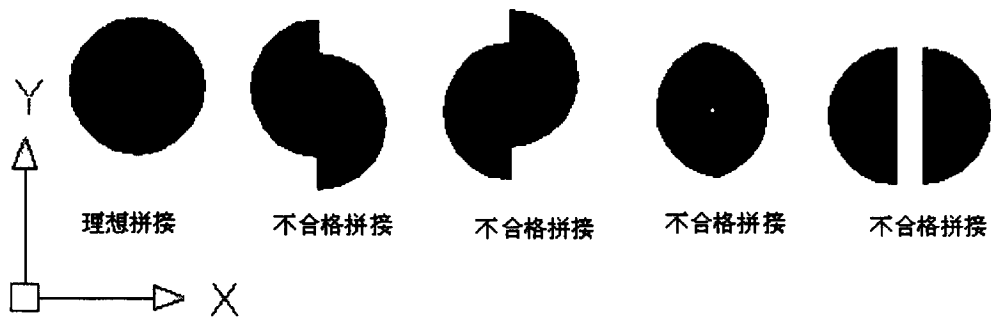


图 3

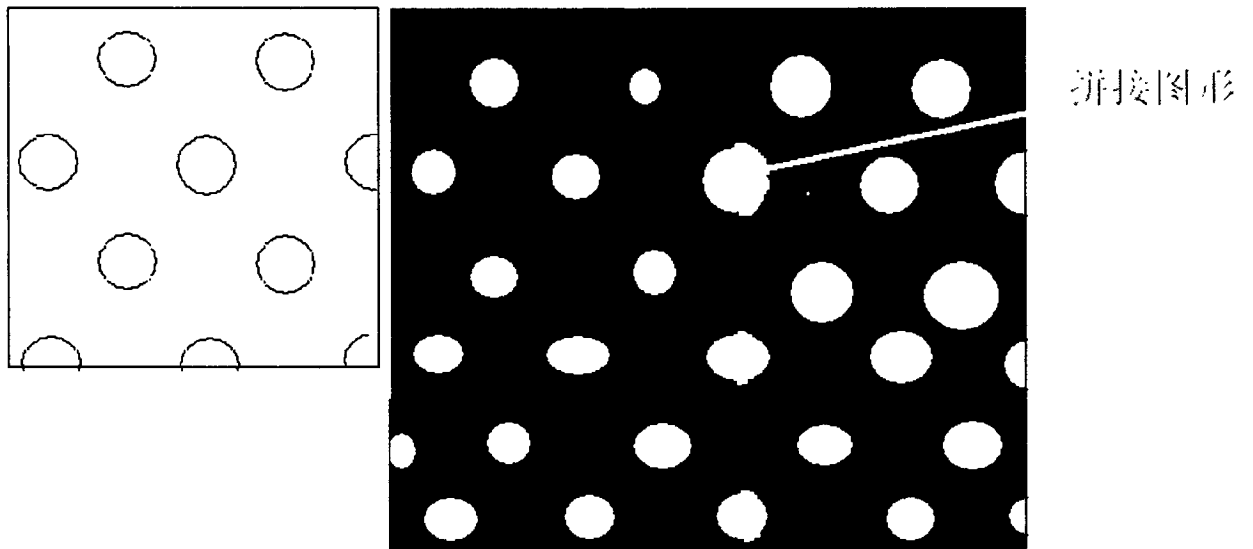


图 4

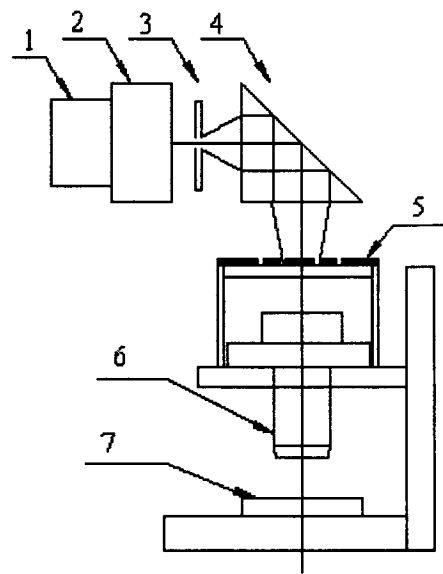


图 5

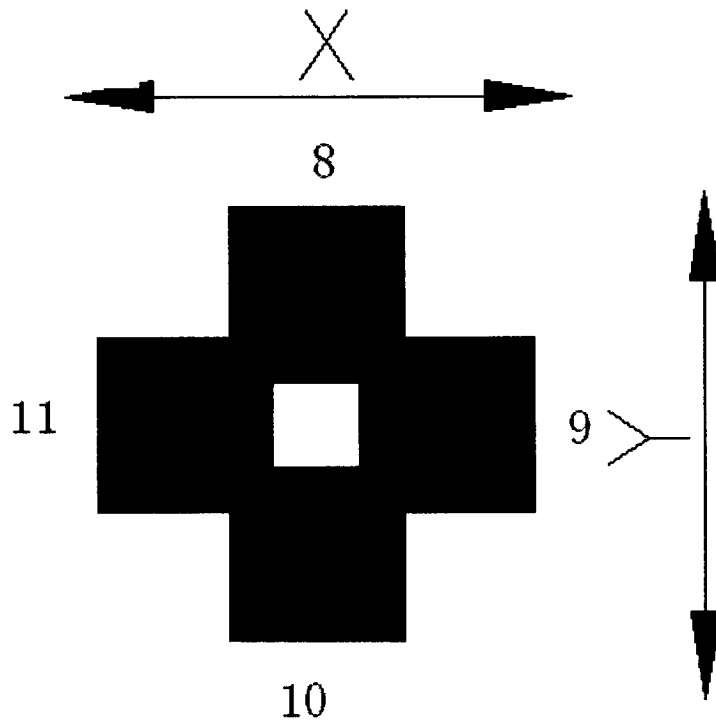


图 6

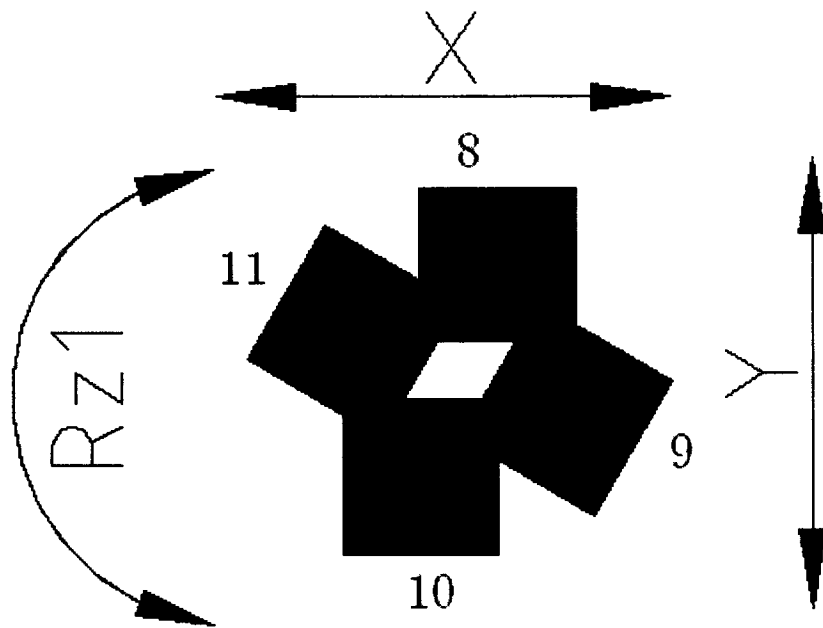


图 7

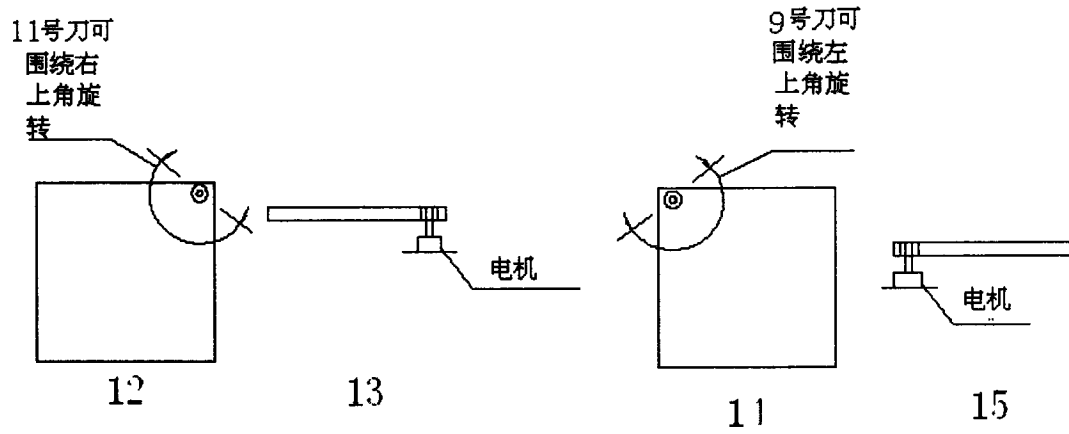


图 8

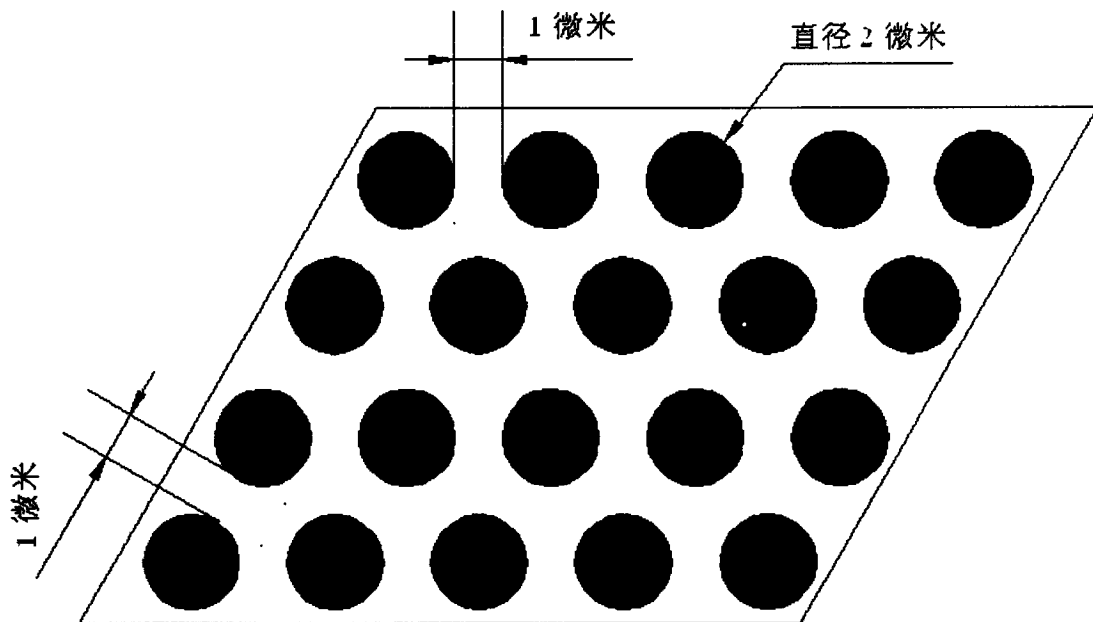


图 9

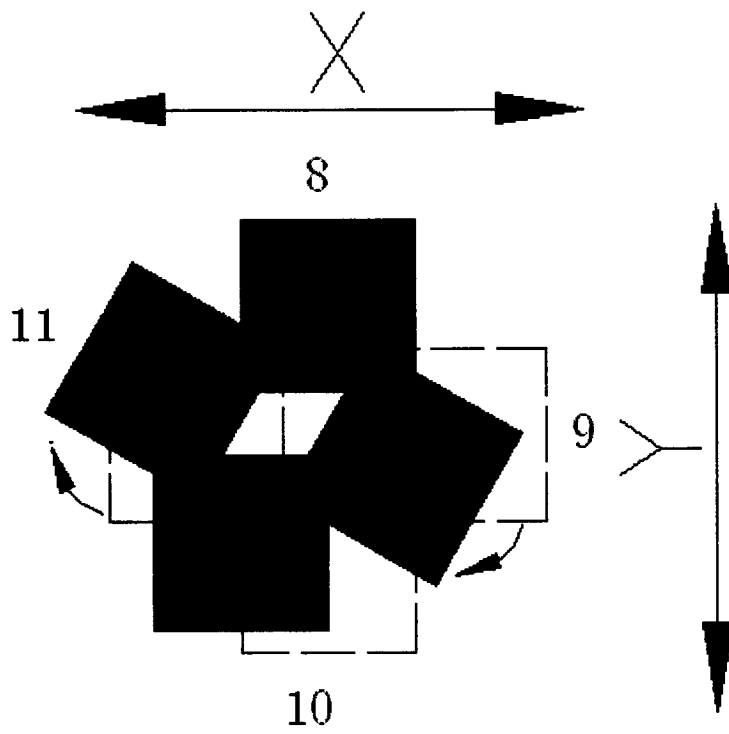


图 10

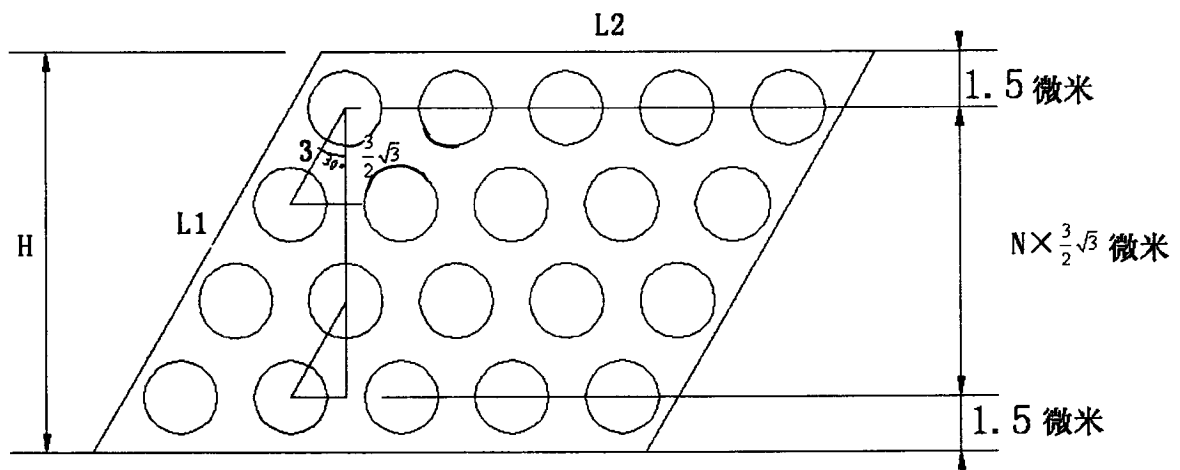


图 11

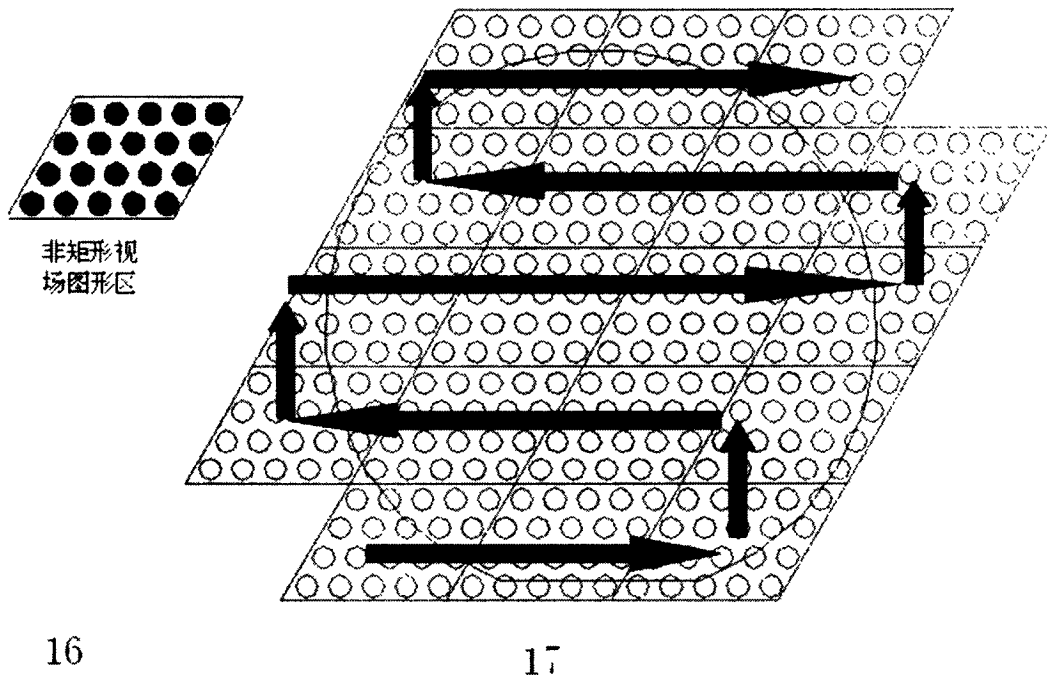


图 12

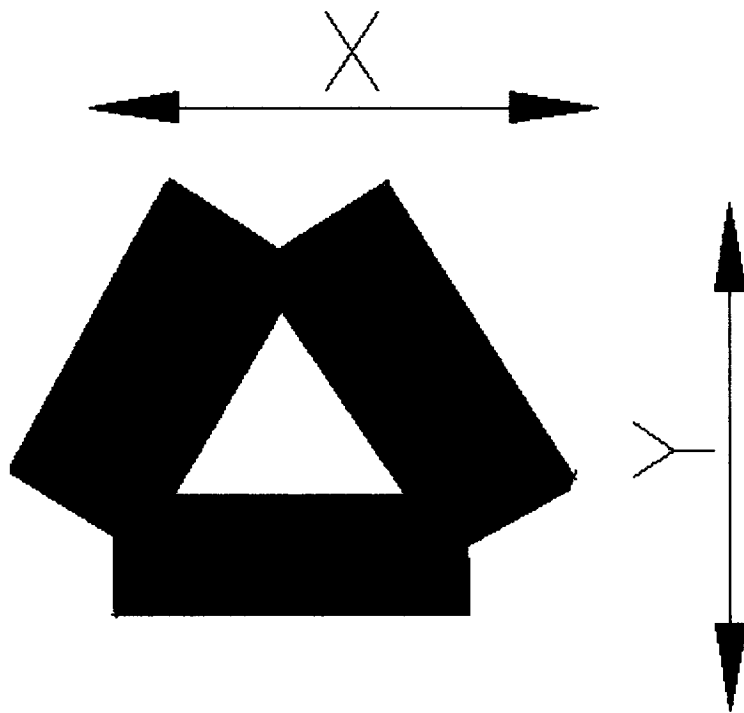


图 13

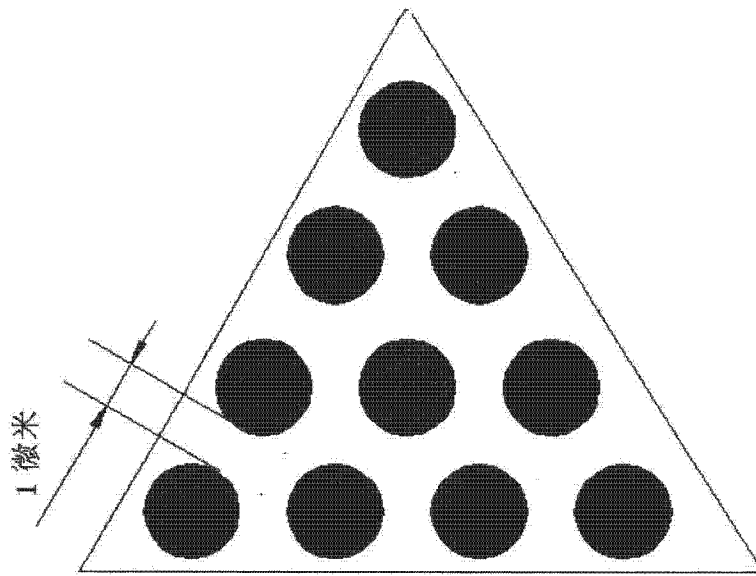


图 14

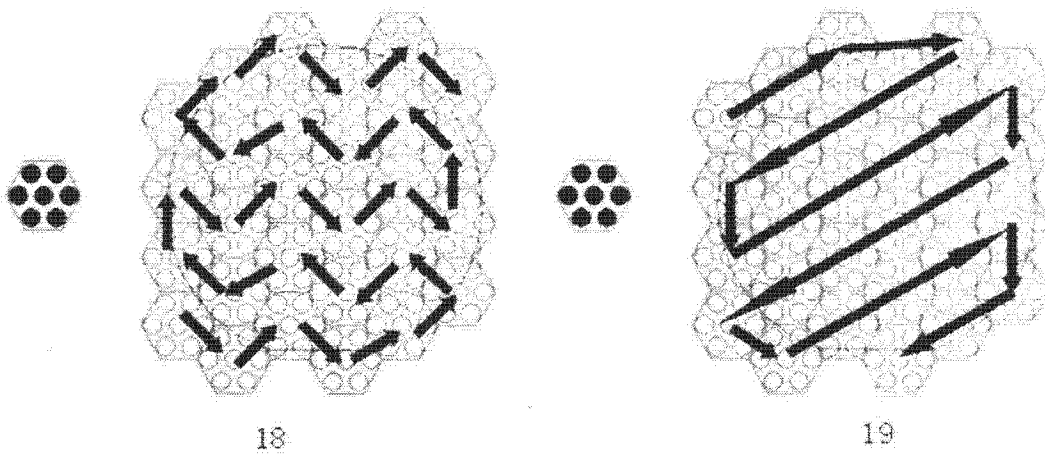
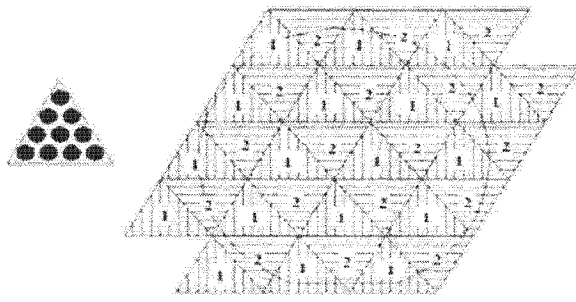
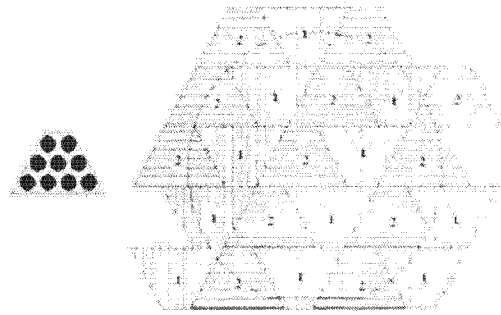


图 15

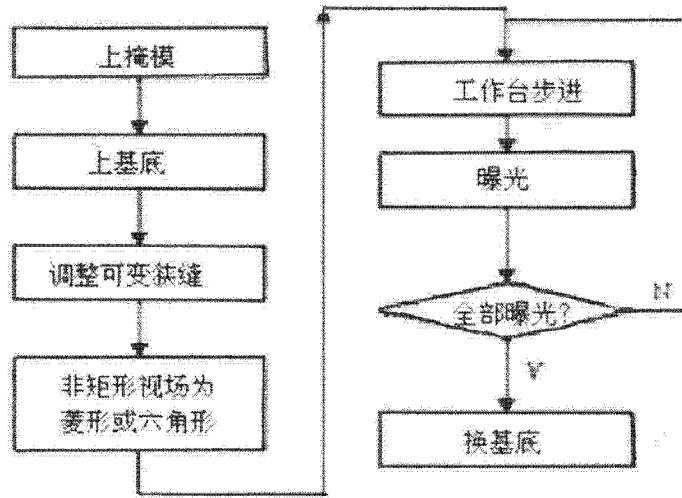


20

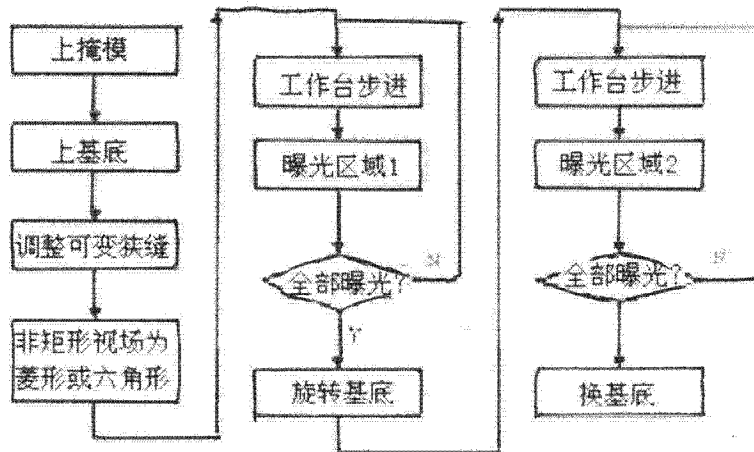


21

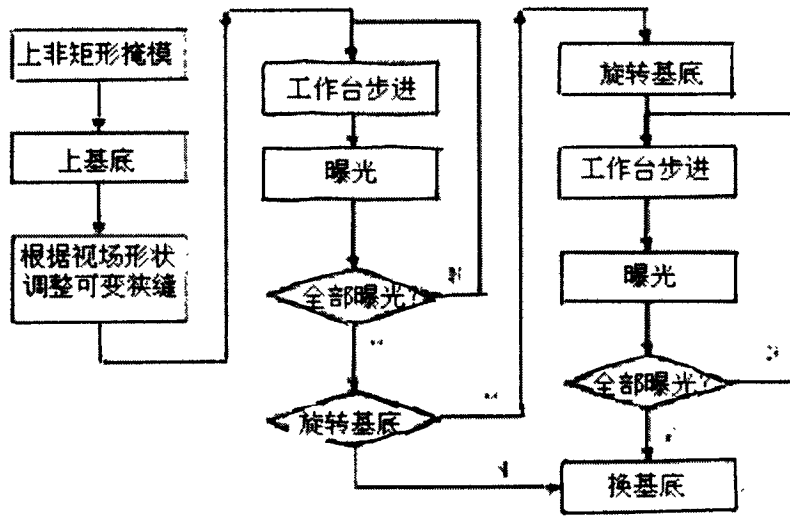
图 16



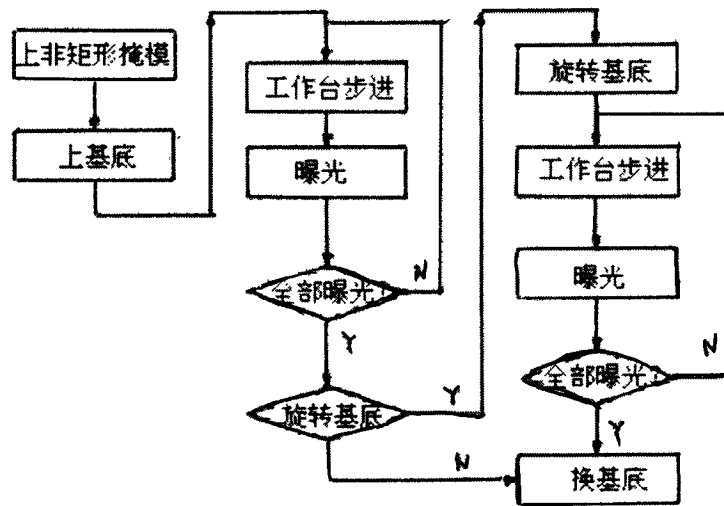
22



23



24



25

图 17