



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103777458 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201210413530.X

(22)申请日 2012.10.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103777458 A

(43)申请公布日 2014.05.07

(73)专利权人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江路18号

(72)发明人 张婉娟

(74)专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所(普通合伙) 31237

代理人 屈蓓 李时云

(51)Int.Cl.

G03F 1/36(2012.01)

(56)对比文件

CN 102193305 A, 2011.09.21,

CN 101246313 A, 2008.08.20,

CN 102073210 A, 2011.05.25,

CN 101482696 A, 2009.07.15,

US 2010042967 A1, 2010.02.18,

审查员 谢建军

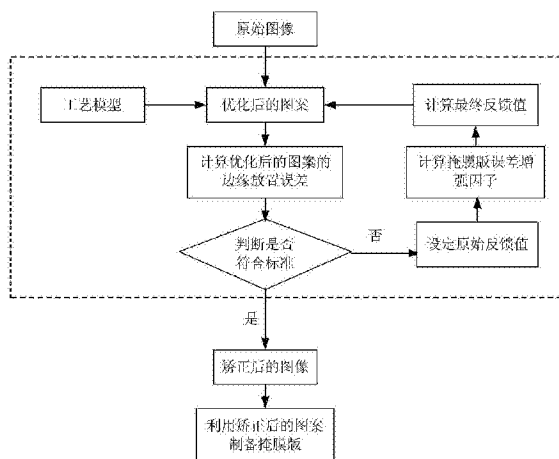
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种OPC方法以及制备掩膜版的方法

(57)摘要

本发明提供一种OPC方法以及制备掩膜版的方法,引入了掩膜版误差增强因子,并设计出与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格,结合边缘放置误差的影响,来优化图案,克服了掩膜版误差增强因子的存在造成图案的较大的震荡,使得现有的OPC过程收敛性差的问题得到了解决,并且能够提高精确度,故不再需要编写大量脚本,还能够缩短一个OPC过程所需要的循环次数,从而节省了时间,有利于生产出优秀的掩膜版。



1. 一种OPC方法,其特征在于,包括:

建立与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格,包括掩膜版误差增强因子的值和与所述掩膜版误差增强因子的值相对应的反馈系数百分比;

根据工艺模型优化原始图案,获得优化后的图案;

计算优化后的图案的边缘放置误差,若所述边缘放置误差不符合标准,则计算掩膜版误差增强因子,根据所述掩膜版误差增强因子以及所述与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格获得反馈系数百分比,根据所述反馈系数百分比调整所述优化后的图案,如此循环直至所述边缘放置误差符合标准,以形成矫正后的图案;

输出矫正后的图案;

其中,根据所述反馈系数百分比调整所述优化后的图案包括设定原始反馈系数值;计算掩膜版误差增强因子,按照掩膜版误差增强因子的值从与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格中选取反馈系数百分比;计算最终反馈系数值,所述最终反馈系数值为所述原始反馈系数值及反馈系数百分比的乘积;按照最终反馈系数值调整所述优化后的图案。

2. 如权利要求1所述的OPC方法,其特征在于,调整所述优化后的图案为移动图案的边,所述图案边的移动量为边缘放置误差与最终反馈系数值的乘积。

3. 如权利要求1所述的OPC方法,其特征在于,所述掩膜版误差增强因子为显影后在硅片上测量的尺寸变化量与掩膜版尺寸的变化量的比。

4. 如权利要求1所述的OPC方法,其特征在于,在首次计算掩膜版误差增强因子之前,由人工设定所述原始反馈系数值。

5. 如权利要求1所述的OPC方法,其特征在于,在第二次及之后的计算掩膜版误差增强因子之前,由OPC设备设定所述原始反馈系数值。

6. 如权利要求1所述的OPC方法,其特征在于,在后一个循环中的所述边缘放置误差比在前一个循环中的所述边缘放置误差大,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值大于在前一个循环中的所述原始反馈系数值。

7. 如权利要求1所述的OPC方法,其特征在于,在后一个循环中的所述边缘放置误差比在前一个循环中的所述边缘放置误差小,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值小于在前一个循环中的所述原始反馈系数值。

8. 如权利要求1所述的OPC方法,其特征在于,在后一个循环中的所述边缘放置误差与在前一个循环中的所述边缘放置误差相同,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值等于在前一个循环中的所述原始反馈系数值。

9. 一种制备掩膜版的方法,其特征在于,包括:

提供基板;

利用权利要求1至8中任一项所述的OPC方法形成的矫正后的图案制备掩膜版。

一种OPC方法以及制备掩膜版的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路制造领域,特别涉及一种OPC方法以及制备掩膜版的方法。

背景技术

[0002] 集成电路的生产制造是一个非常复杂的过程,其中,光刻技术是最复杂的技术之一,也是推动集成电路工艺发展的重要动力,光刻技术的强大与否直接决定着芯片的性能。

[0003] 光刻工艺通常是将需要制造的电路结构设计在掩膜版上,之后通过光刻机台将掩膜版上的电路结构放大,复制到硅片上。但是,由于光波的性质和实际投影曝光系统的问题,会有衍射受限或者成像系统的非线性滤波造成严重的能量损失,即光学近似效应(Optical Proximity Effect,OPE),从而不可避免的就会使得在将电路结构放大复制的过程中,会产生失真,尤其是对于180微米以下工艺阶段,这种失真的影响将非常巨大,完全能够让整个制程失败。为了避免这种情况发生,业界采用光学近似修正(Optical Proximity Correction,OPC)方法,对电路结构进行预先的修正,使得修正后能够补偿OPE效应所带来的缺失部分。

[0004] OPC通常可以分为基于规则的OPC(Rule Based OPC)和基于模型的OPC(Model Based OPC),目前,随着电路结构的日趋复杂,基于模型的OPC已经成为主流,这是由于这种方法能够对特征图案的实际曝光结果进行仿真,从而能够实现仿真图案与物理设计的匹配。

[0005] 目前的OPC所采用的方法是一次OPC包括多个循环(iteration),请参照图1虚线所示部分,每个循环计算边缘放置误差(Edge Placement Error,EPE),设定原始反馈系数值,则最终图案边的移动量为EPE与原始反馈系数值的乘积,并由此根据仿真模型优化图案,最终得到所需要的图案。但是随着工艺节点发展到32/28纳米及以下,现有的上述两种OPC由于高密度和复杂结构会使得展现出OPC收敛性差的问题,极大的影响着OPC程序(recipe)的设计和优化。同时,为了制程考虑,通常设计人员不能够制作一些复杂的结构,另外,为了应对某些区域的特殊要求,还需要编写大量的脚本等。这就导致现有的OPC方法存在大量的问题,诸如精确度差,市场竞争力薄弱及对初始设计依赖性强,不能够随意变动,操作复杂,有效性差等缺陷,也就不能够制备出优秀的掩膜版。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种OPC方法以及制备掩膜版的方法,以解决现有技术中OPC方法操作复杂、有效性差而影响掩膜版的制备的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供一种OPC方法,包括:

[0008] 建立与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格;

[0009] 根据工艺模型优化原始图案,获得优化后的图案;

[0010] 计算优化后的图案的边缘放置误差,若所述边缘放置误差不符合标准,则计算掩膜版误差增强因子,根据所述掩膜版误差增强因子以及所述与掩膜版误差增强因子相关的

反馈系数调整表格获得反馈系数百分比,根据所述反馈系数百分比调整所述优化后的图案,如此循环直至所述边缘放置误差符合标准,以形成矫正后的图案;

[0011] 输出矫正后的图案。

[0012] 可选的,对于所述的OPC方法,所述与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格包括掩膜版误差增强因子的值和与所述掩膜版误差增强因子的值相对应的反馈系数百分比。

[0013] 可选的,对于所述的OPC方法,调整所述优化后的图案的方法为:

[0014] 设定原始反馈系数值;

[0015] 计算掩膜版误差增强因子,按照掩膜版误差增强因子的值从与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格中选取反馈系数百分比;

[0016] 计算最终反馈系数值,所述最终反馈系数值为所述原始反馈系数值及反馈系数百分比的乘积;

[0017] 按照最终反馈系数值调整所述优化后的图案。

[0018] 可选的,对于所述的OPC方法,调整所述优化后的图案为移动图案的边,所述图案边的移动量为边缘放置误差与最终反馈系数值的乘积。

[0019] 可选的,对于所述的OPC方法,所述掩膜版误差增强因子为显影后在硅片上测量的尺寸变化量与掩膜版尺寸的变化量的比。

[0020] 可选的,对于所述的OPC方法,在首次计算掩膜版误差增强因子之前,由人工设定所述原始反馈系数值。

[0021] 可选的,对于所述的OPC方法,在第二次及之后的计算掩膜版误差增强因子之前,由OPC设备设定所述原始反馈系数值。

[0022] 可选的,对于所述的OPC方法,在后一个循环中的所述边缘放置误差比在前一个循环中的所述边缘放置误差大,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值大于在前一个循环中的所述原始反馈系数值。

[0023] 可选的,对于所述的OPC方法,在后一个循环中的所述边缘放置误差比在前一个循环中的所述边缘放置误差小,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值小于在前一个循环中的所述原始反馈系数值。

[0024] 可选的,对于所述的OPC方法,在后一个循环中的所述边缘放置误差与在前一个循环中的所述边缘放置误差相同,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值等于在前一个循环中的所述原始反馈系数值。

[0025] 本发明提供一种制备掩膜版的方法,包括:

[0026] 提供基板;

[0027] 利用如上所述的OPC方法形成的矫正后的图案制备掩膜版。

[0028] 与现有技术相比,在本发明提供的OPC方法以及制备掩膜版的方法中,引入了掩膜版误差增强因子,并设计出与掩膜版误差增强因子相关的反馈系数调整表格,结合边缘放置误差的影响,来优化图案,克服了掩膜版误差增强因子的存在造成图案的较大的震荡,使得现有的OPC过程收敛性差的问题得到了解决,并且能够提高精确度,不再需要编写大量脚本,还能够缩短一个OPC过程所需要的循环次数,从而节省了时间,有利于高效的生产出符合标准的掩膜版。

附图说明

- [0029] 图1为现有工艺的OPC过程的流程图；
 [0030] 图2为现有工艺的OPC过程所获取的修正后的图案；
 [0031] 图3为本发明实施例的制备掩膜版的方法的流程图；
 [0032] 图4为本发明实施例的制备掩膜版的方法中OPC过程第一次优化后的图案；
 [0033] 图5为本发明实施例的制备掩膜版的方法中OPC过程所得到的图案。

具体实施方式

[0034] 以下结合附图和具体实施例对本发明提供的OPC方法以及制备掩膜版的方法作进一步详细说明。根据下面说明和权利要求书，本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是，附图均采用非常简化的形式，仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0035] 请参考图2，一种制备掩膜版的方法，采用OPC过程，主要包括：预先建立与掩膜版误差增强因子(Mask Error Enhancement Function, MEEF)相关的反馈系数调整表格。表格的具体样式及内容可以如表一所示但并不限于此，可由具体要处理的电路结构以及经验值而定。

[0036]

MEEF	≤ 3	(3,5]	(5,7]	(7,9]	> 9
------	----------	-------	-------	-------	-------

[0037]

反馈系数百分比	100%	90%	80%	70%	60%
---------	------	-----	-----	-----	-----

[0038] 表一

[0039] 具体的，所述 $MEEF = \Delta 1 / \Delta 2$ ；其中， $\Delta 1$ 为ADI的CD变化量，即显影后在硅片上测量(After Development Inspection, ADI)的尺寸变化量； $\Delta 2$ 为Mask的CD变化量，即掩膜版的尺寸变化量。

[0040] 接着，根据工艺模型，例如可以为光刻模型或者刻蚀模型，对原始图案进行仿真模拟，获得模拟后的轮廓图案，即优化后的图案，并计算边缘放置误差(EPE)，请参考图3，优化后的图案102与目标版图101之间的边缘误差即为EPE，图中标出的为该次模拟后的两个较大的EPE，根据设定的EPE标准(比如可以是EPE绝对值最大不超过1.5nm)进行判断，通常，一次优化后的图案是不能够达到标准的，也就是说，该次的EPE是不符合标准，这表面在图案的某些方位处还是不够完善，需要进一步优化，即如图3所示的情况，在第一次优化后，EPE最大为4nm，该值太大，不符合标准。

[0041] 若所述EPE不合标准，设定原始反馈系数值，通常，可以将所述原始反馈系数值提前人工设定，或者根据产品的类别直接设定在OPC设备中，一般可取值为0.2~0.8。之后计算MEEF，根据算得的MEEF的值选择相应的反馈系数百分比，得到最终反馈系数值，移动图案的边，来优化所述图案，所述最终反馈系数值为所述原始反馈系数值及所述反馈系数百分比的乘积，所述图案边的移动量为EPE和所述最终反馈系数值的乘积。在上述图案边的移动量

的基础上,结合上一次优化后的图案和工艺模型,再次计算优化后的图案。从一次优化图案开始,到结合该次优化后的图案和工艺模型,再次计算优化后的图案为一个循环。通常来说,需要循环的次数为8~25次,即在结合工艺模型,计算优化后的图案后,需要再次计算EPE,并判断EPE是否符合标准,依此循环,使得边缘放置误差符合标准,从而得到并输出矫正后的图案。在本实施例中,能够有效的减少各个边的变动导致图案较强的震荡,故采用8~15次循环就能够获得较佳的结果,对于一些难度较大的结构,可视情况增加循环次数。请参考图4,针对图3所示的情况,其MEEF为8,则对应的反馈系数百分比为70%,设定初始反馈系数值为0.5,则EPE为4的a边处最终移动量为 $4 \times 0.7 \times 0.5 = 1.4 \text{ nm}$,a、b、c、d边同时进行类似的调整。经过多次调整后(图中示意出3次,未全示出),可见在b、d边处图案的变动很小,从而能够得到较佳的图案。

[0042] OPC是一个较为复杂的过程,经研究分析图2中所示的情况发现,大的MEEF会引起修正过程图案具有较大的震荡,从而就会导致下一个循环中的矫正出现错误,使得图案边缘发生较大的移位,反而使得实际EPE变大,从而形成收敛性很差的局面,所以本发明实施例引入了MEEF这一影响因素,是针对这一现象,利用对应某个MEEF值的反馈系数百分比来纠正可能造成的更大的EPE,使其能够克服仅仅关联EPE所不能够克服的缺陷,从而使得OPC具有较佳的收敛性,能够既快捷,又有效的调整出最后的图案。

[0043] 若在初步优化图案后,获得的EPE能够达到标准,优选的,也需要计算MEEF并进行一次循环,以获得较确切的结果。

[0044] 需要说明的是,在多次的循环过程中,除第一个循环中的原始反馈系数值(即在首次计算掩模版误差增强因子之前的原始反馈系数值)之外,其他循环中的原始反馈系数值(即第二次及之后循环中的计算掩模版误差增强因子之前),由OPC设备设定原始反馈系数值。

[0045] 为了能够较好的优化图案,由OPC设备设定的每个循环中的原始反馈系数值,应当遵循以下原则:

[0046] 在后一个循环中的所述边缘放置误差比在前一个循环中的所述边缘放置误差大,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值大于在前一个循环中的所述原始反馈系数值;在后一个循环中的所述边缘放置误差比在前一个循环中的所述边缘放置误差小,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值小于在前一个循环中的所述原始反馈系数值;在后一个循环中的所述边缘放置误差与在前一个循环中的所述边缘放置误差相同,则在后一个循环中的所述原始反馈系数值等于在前一个循环中的所述原始反馈系数值。

[0047] 在采用上述原始反馈系数值取值原则的情况下,同时结合与MEEF相关的反馈系数百分比进行调整,能够尽可能的改善上一个循环中的EPE,进而得到较佳的图案,否则会导致需要的循环增多,并且容易造成收敛性差,从而影响最终图案的矫正。

[0048] 本发明实施例在对图案进行修正后,获得修正掩膜图案的数据,之后可以通过现有的设备,利用所述修正掩膜图案的数据,提供基板,例如可以为石英基板,制备掩模版。

[0049] 与现有技术相比,在本发明实施例提供的OPC方法以及制备掩模版的方法中,引入了掩模版误差增强因子,并设计出与掩模版误差增强因子相关的反馈系数调整表格,结合边缘放置误差的影响,来优化图案,克服了掩模版误差增强因子的存在造成图案的较大的震荡,故在多次循环中,该图案的边缘就不会出现较大的移动,使得现有的OPC过程收敛性

差的问题得到了解决,并且能够提高精确度,故不再需要编写大量脚本,还能够缩短一个 OPC过程所需要的循环次数,从而节省了时间,制备掩膜版的方法中。

[0050] 显然,本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包括这些改动和变型在内。

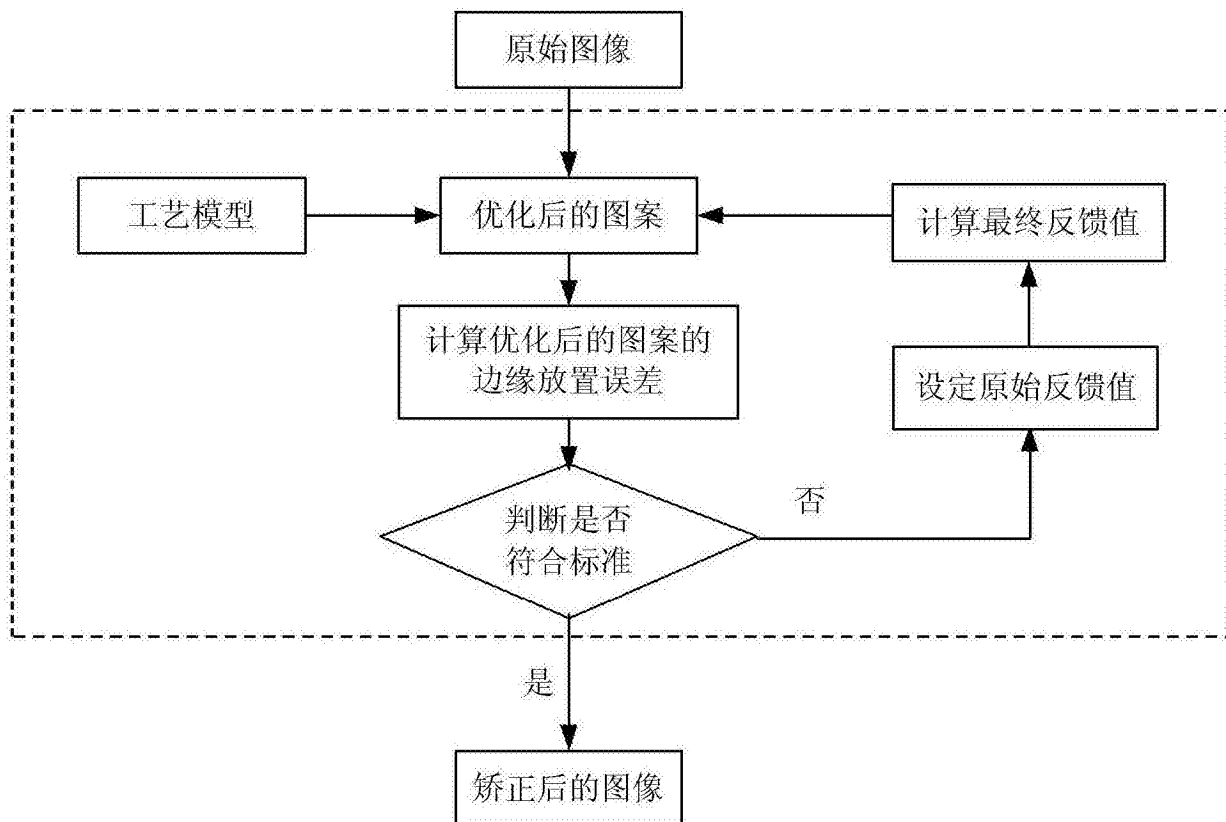


图1

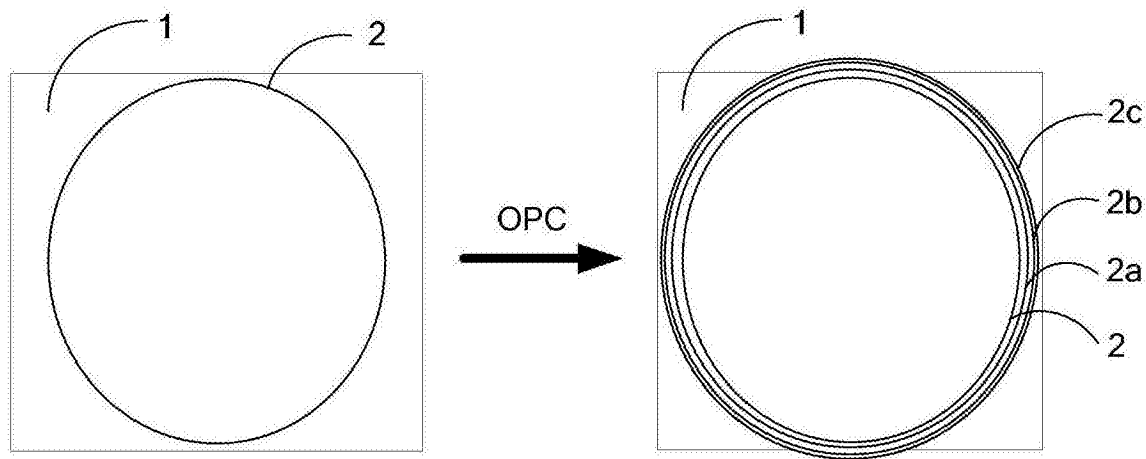


图2

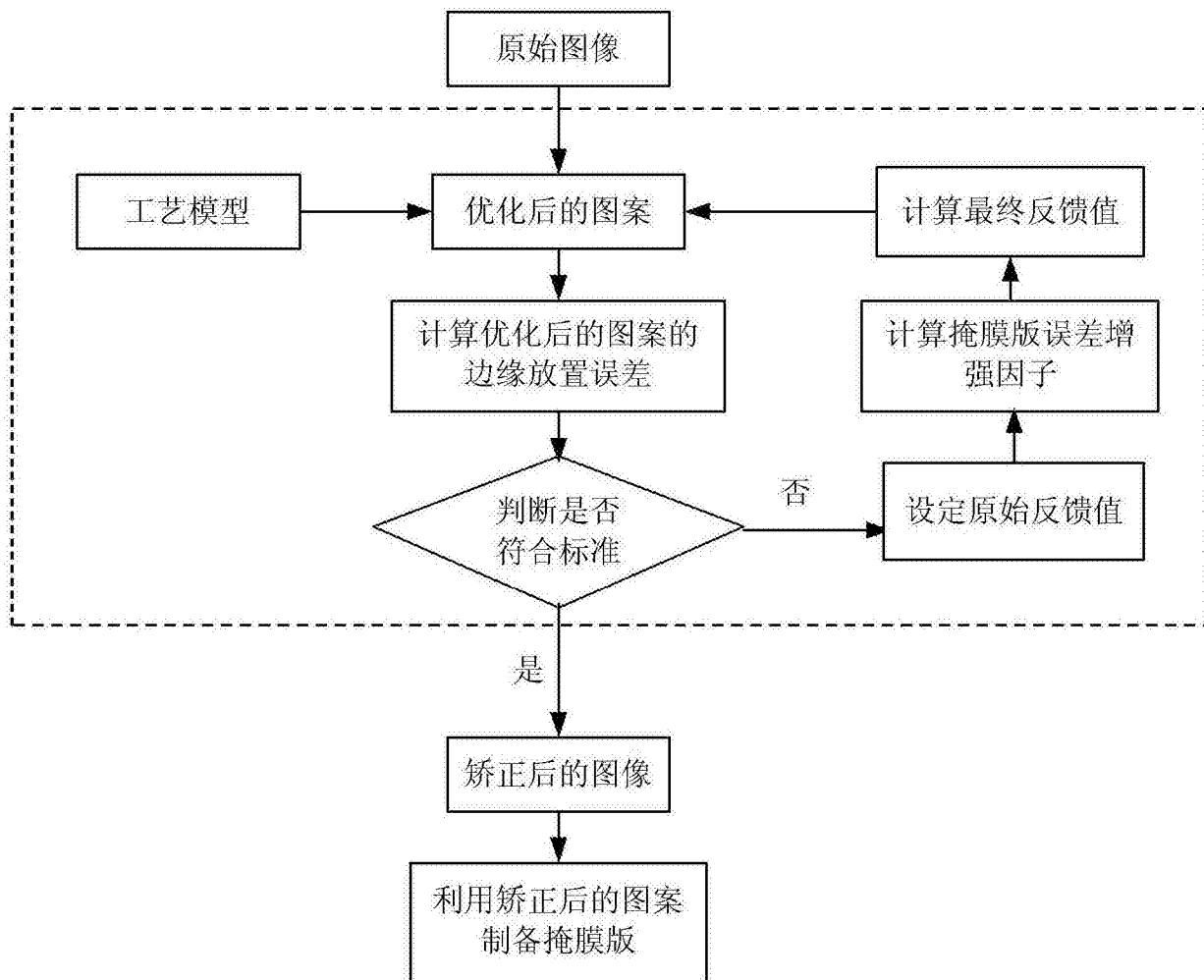


图3

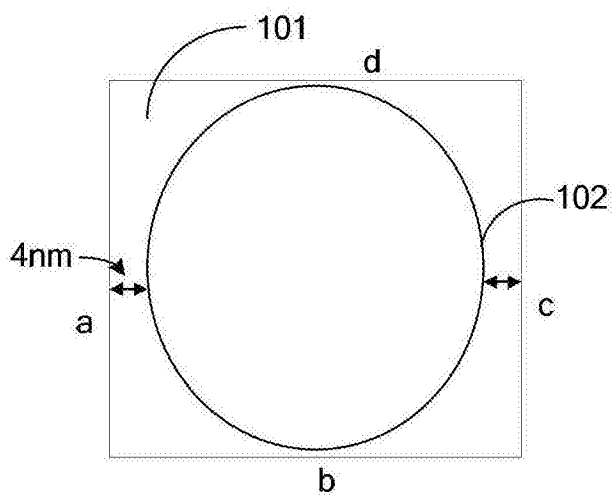


图4

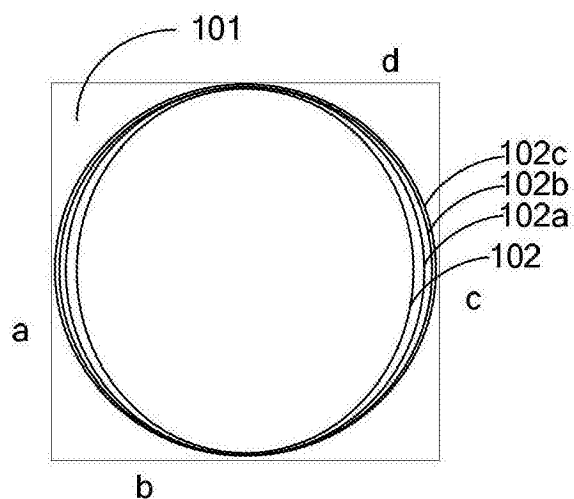


图5