

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G03F 7/20

H01L 21/00 G06F 17/00



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410064094.5

[43] 公开日 2005年2月9日

[11] 公开号 CN 1577107A

[22] 申请日 2004.6.30

[21] 申请号 200410064094.5

[30] 优先权

[32] 2003.6.30 [33] US [31] 60/483105

[32] 2003.9.5 [33] US [31] 60/500272

[71] 申请人 ASML 蒙片工具有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

[72] 发明人 T·莱迪 K·E·瓦姆普勒

D·范登布罗克 J·F·陈

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

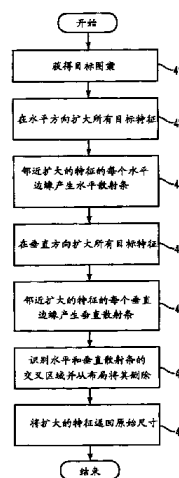
代理人 张雪梅 张志醒

权利要求书5页 说明书13页 附图17页

[54] 发明名称 用于次半波长光刻构图的改善的散射条 OPC 应用方法

[57] 摘要

一种形成具有光学近似修正特征的掩模的方法，包括下述步骤：获得含有要被成像的特征的目标图案，展开所述要被成像的特征的宽度，修改所述掩模以包括辅助特征，所述辅助特征放置在邻近所述要被成像的特征的边缘，其中所述辅助特征具有对应于所述要被成像的特征的展开宽度的长度；和将要被成像的特征从所述展开宽度返回到相应于目标图案的宽度。



ISSN 1008-4274

1. 一种形成包含目标图案的掩模的方法，该目标图案含有要被成像的特征，所述方法包括下述步骤：
- 5 (a) 获得含有要被成像的特征的所述目标图案；
- (b) 展开所述要被成像的特征的宽度；
- (c) 修改所述掩模以包括辅助特征，所述辅助特征放置在邻近所述要被成像的特征的边缘，所述辅助特征具有对应于所述要被成像的特征展开宽度的长度；和
- 10 (d) 将要被成像的特征从所述展开宽度减小到相应于目标图案的宽度；
- 其中所述掩模包括所述辅助特征和所述要被成像的特征，所述要被成像的特征具有相应于所述目标图案的所述宽度。
2. 根据权利要求1的形成掩模的方法，其中步骤 (b) 和步骤 (c) 进一步包括下述步骤：
- 15 在第一方向上展开所述要被成像的特征的宽度预定的量；
- 修改所述掩模，以包括水平排列的辅助特征，所述辅助特征沿第一方向邻近由所述展开特征形成的水平边缘设置；
- 在第二方向上展开所述要被成像的特征的宽度预定的量；和
- 修改所述掩模，以包括垂直排列的辅助特征，所述辅助特征沿第二方向邻近由所述展开特征形成的垂直边缘设置，
- 20 所述第一方向和所述第二方向彼此正交。
3. 根据权利要求2的形成掩模的方法，进一步包括从所述掩模删去所述水平排列的辅助特征的与所述垂直排列的辅助特征重叠的任何部分，和从所述掩模删去所述垂直排列的辅助特征的与所述水平排列的辅助特征重叠的任何部分
- 25 的步骤。
4. 根据权利要求1的形成掩模的方法，其中所述辅助特征为次分辨率，以便当所述掩模成像时所述辅助特征不会印刷。
5. 根据权利要求2的形成掩模的方法，其中单个连续的垂直排列的辅助特征设置在彼此相邻设置的水平排列的特征的最近的线端。
- 30 6. 根据权利要求2的形成掩模的方法，其中单个连续的水平排列的辅助特

征设置在彼此相邻设置的垂直排列的特征的最近的线端。

7. 一种形成包含要被成像的特征和光学近似修正特征的掩模的方法，所述方法包括下述步骤：

形成沿第一方向延伸的第一辅助特征；

5 形成沿第二方向延伸的第二辅助特征，所述第一方向和所述第二方向彼此正交；和

形成将所述第一辅助特征和所述第二辅助特征连接的斜面辅助特征，所述斜面辅助特征相对于所述第一辅助特征和第二辅助特征以一角度设置。

8. 根据权利要求7的形成掩模的方法，其中所述斜面辅助特征具有主轴，  
10 该主轴相对于所述第一辅助特征的主轴和所述第二辅助特征的主轴以大约45°角设置。

9. 根据权利要求7的形成掩模的方法，其中所述斜面辅助特征具有三角形的结构。

10. 根据权利要求9的形成掩模的方法，其中所述斜面辅助特征具有一结  
15 构，该结构形成具有大约45°，45°，和90°角的直角三角形。

11. 根据权利要求7的形成掩模的方法，其中所述斜面辅助特征具有梯形的结构。

12. 一种形成包含要被成像的特征和光学近似修正特征的掩模的方法，所述方法包括下述步骤：

20 形成多个第一辅助特征，其每一特征都沿第一方向延伸；

形成多个第二辅助特征，其每一特征都沿第二方向延伸，所述第一方向和所述第二方向彼此正交；和

形成多个斜面辅助特征，其每一特征都将所述第一辅助特征中的一个与所述多个第二辅助特征中的一个连接，每一个所述斜面辅助特征相对于所述多个  
25 第一辅助特征和所述多个第二辅助特征以一角度设置。

13. 根据权利要求12的形成掩模的方法，其中所述多个第一辅助特征的至少一部分，所述多个第二辅助特征的至少一部分，和所述斜面辅助特征的至少一部分被排列，以基本上围绕要被成像的特征。

14. 根据权利要求12的形成掩模的方法，其中所述多个斜面辅助特征中的  
30 每个都具有主轴，该轴相对于所述多个第一辅助特征中的每个的主轴和所述多

个第二辅助特征中的每个的主轴以大约45°角设置。

15. 根据权利要求12的所述形成掩模的方法，其中所述多个斜面辅助特征中的每个具有三角形结构或梯形结构中的至少一个。

16. 一种程序产品，包括可被至少一个机器读取介质传输的可执行代码，其中通过至少一台可编程计算机执行所述代码，使所述至少一台可编程计算机执行用于形成掩模的一序列步骤，所述掩模用于将形成在所述掩模中的图案光学地转移到基底上，所述步骤包括：

(a) 获得含有要被成像的特征的目标图案；

(b) 展开所述要被成像的特征的宽度；

10 (c) 修改所述掩模，以包括辅助特征，所述辅助特征放置在邻近所述要被成像的特征的边缘，所述辅助特征具有对应于所述要被成像的特征的展开宽度的长度；和

(d) 将要被成像的特征从所述展开宽度减小到相应于目标图案的宽度；

15 其中所述掩模包括所述辅助特征和所述要被成像的特征，所述要被成像的特征具有相应于所述目标图案的所述宽度。

17. 根据权利要求16的程序产品，其中步骤 (b) 和步骤 (c) 进一步包括下述步骤：

在第一方向上展开所述要被成像的特征的宽度预定的量；

20 修改所述掩模，以包括水平排列的辅助特征，所述辅助特征沿第一方向邻近由所述展开的特征形成的水平边缘设置；

在第二方向上展开所述要被成像的特征的宽度预定的量；和

修改所述掩模，以包括垂直排列的辅助特征，所述辅助特征沿第二方向邻近由所述展开的特征形成的垂直边缘设置，

所述第一方向和所述第二方向彼此正交。

25 18. 根据权利要求17的程序产品，进一步包括从所述掩模删去所述水平排列的辅助特征的与所述垂直排列的辅助特征重叠的任何部分，和从所述掩模删去所述垂直排列的辅助特征的与所述水平排列的辅助特征重叠的任何部分的步骤。

30 19. 根据权利要求16的程序产品，其中所述辅助特征是次分辨率，以便当所述掩模被成像时所述辅助特征不会印刷。

20. 根据权利要求17的程序产品，其中单个连续的垂直排列的辅助特征设置在彼此相邻设置的水平排列的特征的最近的线端。

21. 根据权利要求17的程序产品，其中单个连续的水平排列的辅助特征设置在彼此相邻设置的垂直排列的特征的最近的线端。

5 22. 一种程序产品，包括可被至少一个机器可读介质传输的可执行代码，其中通过至少一台可编程计算机执行所述代码，使所述至少一台可编程得计算机执行用于形成掩模的一序列步骤，所述掩模用于将形成在所述掩模中的图案光学地转移到基底上，所述步骤包括：

形成沿第一方向延伸的第一辅助特征；

10 形成沿第二方向延伸的第二辅助特征，所述第一方向和所述第二方向彼此正交；和

形成将所述第一辅助特征和所述第二辅助特征连接的斜面辅助特征，所述斜面辅助特征相对于所述第一辅助特征和所述第二辅助特征以一角度设置。

15 23. 根据权利要求22的程序产品，其中所述斜面辅助特征具有主轴，该主轴相对于所述第一辅助特征的主轴和所述第二辅助特征的主轴以大约45°角设置。

24. 根据权利要求22的程序产品，其中所述斜面辅助特征具有三角形的结构。

25. 根据权利要求23的程序产品，其中所述斜面辅助特征具有一结构，该结构形成具有大约45°，45°，和90°角的直角三角形。

20 26. 根据权利要求24的程序产品，其中所述斜面辅助特征具有梯形的结构。

27. 一种程序产品，包括可被至少一个机器读取介质传输的可执行代码，其中通过至少一台可编程计算机执行所述代码，使所述至少一台可编程计算机执行用于形成掩模的一序列步骤，所述掩模用于将形成在所述掩模中的图案光学地转移到基底上，所述步骤包括：

25 形成多个第一辅助特征，其每一特征都沿第一方向延伸；

形成多个第二辅助特征，其每一特征都沿第二方向延伸，所述第一方向和所述第二方向彼此正交；和

30 形成多个斜面辅助特征，其每一特征都将所述第一辅助特征中的一个与所述多个第二辅助特征中的一个连接，所述斜面辅助特征中的每个相对于所述多个第一辅助特征和所述多个第二辅助特征以一角度设置，

其中所述多个第一辅助特征的至少一部分，所述多个第二辅助特征的至少一部分，和所述斜面辅助特征的至少一部分被排列，以基本上围绕要被成像的特征。

28. 一种形成包含要被成像的特征和光学近似修正特征的掩模的方法，所述方法包括下述步骤：

形成沿第一方向延伸的第一辅助特征；

形成沿平行于所述第一方向的方向延伸的第二辅助特征；和

形成将所述第一辅助特征和所述第二辅助特征连接的斜面辅助特征，所述斜面辅助特征相对于所述第一辅助特征和第二辅助特征以一个角度设置。

29. 根据权利要求28的形成掩模的方法，其中所述斜面辅助特征具有一主轴，该主轴相对于所述第一辅助特征的主轴和所述第二辅助特征的主轴以大约45°角设置。

30. 根据权利要求28的形成掩模的方法，其中所述斜面辅助特征具有平行四边形的结构。

## 用于次半波长光刻构图的改善的 散射条OPC应用方法

5

### 优先权要求

本发明要求2003年6月30日申请的，题目为“用于补偿散射条损耗的方法”的美国临时申请号60/483,105；和2003年9月5日申请的，题目为“用于次半波长光刻构图的改善的散射条OPC应用方法”的美国临时申请号60/500,272的优先权。

10

### 技术领域

本发明涉及光刻技术，尤其涉及通过利用改善的散射条/辅助特征设计在光学近似修正（OPC）中的改进，也涉及一种在掩模设计中使用散射条的新方法。

### 背景技术

15

光刻装置可以用于例如集成电路（IC）的制造。在这种情况下，掩模可包含对应于集成电路（IC）每一层的电路图案，该图案可以成像在已涂敷辐射敏感材料（抗蚀剂）层的基底（硅晶片）的目标部分上（例如包括一个或者多个电路小片（die））。一般的，单个晶片包含相邻目标部分的整个网格，该相邻目标部分由投射系统逐个相继辐射。在一类光刻投射装置中，通过一次性曝光将整个掩模图案曝光到目标部分上而辐射每一个目标部分；这种装置通常称作晶片步进器（stepper）。另一种装置—通常称作分步扫描装置—通过在投射光束下沿给定的参考方向（“扫描”方向）依次扫描掩模图案、并同时沿与该方向平行或者反平行的方向同步扫描基底台来辐射每一目标部分；因为一般来说，投射系统有一个放大系数 $M$ （通常 $<1$ ），所以对基底台的扫描速度 $V$ 是对掩模扫描速度的 $M$ 倍。这里描述的关于光刻设备的更多信息可以从例如美国专利US6,046,792中获得。

20

25

在用光刻投射装置的制造方法中，掩模图案成像在至少部分由一层辐射敏感材料（抗蚀剂）覆盖的基底上。在该成像步骤之前，可以对基底进行各种处理，如涂底漆，涂敷抗蚀剂和软烘烤。在曝光后，可以对基底进行其它的处理，如曝光后烘烤（PEB），显影，硬烘烤和测量/检查成像特征。以这一系列工艺

30

为基础，对例如IC的器件的单层形成图案。这种图案层然后可进行各种的处理，如蚀刻、离子注入（掺杂）、镀金属、氧化、化学—机械抛光等完成一单层所需的所有处理。如果需要多层，那么对每一新层重复全部步骤或者其变化。最终，在基底（晶片）上出现器件阵列。然后采用例如切割或者锯断的技术将这些器件彼此分开，单个器件可以安装在载体上，与管脚连接等。关于这些步骤的进一步信息可从例如Peter van Zant的“微型芯片制造：半导体加工实践入门（Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing）”一书，第三版，McGraw Hill Publishing Co., 1997, ISBN 0-07-067250-4 中获得，这里作为参考引入。

10 为了简单起见，投射系统在下文称为“透镜”；但是，该术语应广义地解释为包含各种类型的投射系统，包括例如折射光学装置，反射光学装置，和反折射系统。辐射系统还可以包括根据这些设计类型中任一设计的操作部件，该操作部件用于引导、整形或者控制辐射的投射光束，这种部件在下文还可共同地或者单独地称作“透镜”。另外，光刻装置可以具有两个或者多个基底台（和  
15 /或两个或者多个掩模台）。在这种“多级式（multiple stage）”器件中，可以并行使用这些附加台，或者可以在一个或者多个台上进行准备步骤，而一个或者多个其它台用于曝光。例如在美国专利US5,969,441和WO98/40791中描述的双级光刻装置，这里作为参考引入。

上面所指的光刻掩模包含有与将要被集成到硅晶片上的电路元件相对应的  
20 几何图案。用来创造这种掩模的所述图案利用CAD（计算机辅助设计）程序来产生，这个步骤经常称作EDA（电子设计自动化）。为了制造功能性（functional）掩模，大部分CAD程序遵循一套预定的设计规则。例如，设计规则定义电路器件（例如栅极、电容器等）之间或互相连接的线之间的间距容限，以保证所述电路器件或布线不会以不希望的方式彼此相互影响。所述设计规则  
25 限度典型地称作“临界尺寸”（CD）（critical dimensions）。电路的临界尺寸可以被定义为线的最小宽度或两条线之间的最小间距。因此所述CD决定了设计电路的全部尺寸和密度。

当然，集成电路制作中的一个目的是（通过掩模）在晶片上如实地再现原始的电路设计。当前，各种光学近似修正（OPC）技术被用于使结果图象更精  
30 确地与所述设计的目标图案相对应。广泛公知的普通OPC技术是使用次分辨率



(subresolution) 散射条 (也称作辅助特征 (assist feature))。例如, 如美国专利号5,821,014中所描述的一样, 次分辨率辅助特征, 或散射条被用作修正光学接近效应的手段, 且已经显示出对于增加整个处理窗口有效 (就是说, 焦点和曝光的范围做了变化, 具有某些确定CD的特征通过所述变化可以一致地被印刷, 5 不管所述特征是否是孤立的, 或者是否相对于相邻的特征紧密联系 (packed))。如在'014专利中所阐述的, 一般地说, 通过将散射条放置在这些特征旁边, 为了孤立特征的较小密度, 通过改进聚焦的深度 (depth of focus) 而出现光学近似修正。所述散射条用于将有效图案密度 (所述孤立的或较小密集特征的) 变得更密集, 因此避免了与孤立的或较小密度特征印刷相关的不希望的接近效  
10 应。然而所述散射条自身没有印刷在晶片上是非常重要的。因此, 这就要求散射条的尺寸必须保持在所述成像系统的分辨率能力以下。

虽然散射条的广泛使用, 但是当半波长或半波长以下的曝光波长用于构图特征尺寸时, 当前的散射条技术实际上存在三个问题。第一个问题涉及对主要设计特征的保护不充分, 该主要设计特征严格限制焦点的范围。第二个问题涉  
15 及下述情况, 即在典型的散射条方案中, 产生过多的散射条短片, 这就导致了对构成性能的掩模的过多的要求。第三个问题涉及下述情况, 即对于把相邻的水平 and 垂直散射条结合在一起没有充分的方案。当前的方法要求水平和垂直散射条必须彼此扯开。

图1a-1c图解了上面提到的第一个问题。图1a图解了一个具有要被印刷的特征12和执行OPC的散射条13的代表性的布局。图1b和1c图解了在“最佳焦点”  
20 和0.1 $\mu\text{m}$ 散焦时的结果印刷性能。如图1c所示, 其具有被环绕的结果图案的一部分, 该部分与图1a的掩模的被环绕部分相对应, 邻近那里不具有任何垂直定位散射条的特征12的区域14表现出“收聚” (就是说, 将被印刷的线宽度中不希望的缩小)。

25 图2图解了上面提到的第二个问题。更特定地, 图2图解了一个被修正而包括散射条的掩模 (这里也称作掩模布局), 该散射条利用当前公知技术来应用散射条。所述掩模包括要被印刷的特征12和散射条13。如图2所示, 当前技术导致了在掩模布局中过量的散射条15短片的结果。然而, 由于掩模处理局限性, 因此一些散射条的这些短片的必须除去, 从而不希望地降低了印刷性能。

30 图2也图解了上面提到的第三个问题。如所示, 位于彼此最近的垂直和水

平散射条彼此不相连。这是由于下述事实，即在掩模设计内放置散射条的当前技术要求垂直和水平散射条，例如邻近于要被印刷的特征的一个拐角，被彼此扯开，以阻止散射条相交的部分成像。然而，如上面提到的，从掩模上除去散射条部分导致了不希望的印刷性能的降低。

- 5           因此，需要一种在掩模内提供次分辨率散射条（也称作辅助特征）的方法，其克服了前述的问题，以便允许改善的OPC和印刷性能。

下面的描述讨论将散射条用于掩模布局的新颖的方法。

#### 发明内容

在解决前述需要的努力中，本发明的一个目的是提供一种用来修正掩模以  
10 包括散射条的方法和技术，其降低了包含在布局设计中的单个散射条的量，同时增加了被散射条占用的整体面积。本发明的方法也考虑到新型“斜面”散射条的使用，该斜面散射条允许相邻的垂直和水平散射条相连，从而提供了改善的包含在掩模内的拐角特征的印刷性能，也提供了孤立特征的全面保护（就是说，被散射条完全包围）。

- 15           特定地，本发明涉及修正掩模以包括光学近似修正特征的方法，其包括下述步骤：获得要被成像的特征的目标图案；展开所述要被成像的特征的宽度；修正所述掩模以包括辅助特征，所述辅助特征放置在邻近所述要被成像的特征的边缘，其中所述辅助特征具有对应于所述要被成像的特征的展开宽度的长度；和将要被成像的特征从所述展开宽度返回到相应于目标图案的宽度。

- 20           所述得到的修正的掩模布局包括所述辅助特征和所述要被成像的特征的组合，所述要被成像的特征具有相应于所述目标图案的宽度。

本发明也涉及一种形成包含要被成像的特征和光学近似修正特征的掩模的方法。所述方法包括下述步骤：形成沿垂直方向延伸的第一辅助特征；形成沿  
25 水平方向延伸的第二辅助特征；和形成将所述第一辅助特征和所述第二辅助特征连接的斜面辅助特征，其中所述斜面辅助特征相对于所述第一辅助特征和所述第二辅助特征以一个角度设置。

- 本发明比先前的技术提供了许多优点。一个优点是本发明的技术降低了包含在布局设计中的单个散射条的量，且增加了被散射条占用的整体面积。另外，本发明的方法在线端处提供了散射条的放置，利用先前的技术其是被省略的。  
30 结果导致了掩模制造工艺的简化，同时改善了印刷性能。所述方法也考虑到新

型的“斜面”散射条的使用，该斜面散射条允许相邻的垂直和水平散射条相连，从而提供了改善的包含在布局中的拐角特征的印刷性能，也提供了孤立特征的全面保护（就是说，被散射条完全包围）。这种完全的包围保证了这些设计特征的所有部分都接收聚焦深度的改进，所述改进是公知地将散射条提供给孤立特征。

当与附图结合时，本发明前述的和其他特征、方面和优点将从下面本发明的详细描述而变得更加显而易见。

#### 附图说明

图1a-1c图解了利用将散射条用于掩模设计的公知方法的散射条的应用所产生的问题。

图2图解了一个代表性的掩模布局，其利用当前公知的将散射条用于掩模设计的方法被修改而包括散射条。

图3图解了一个代表性的掩模布局，其利用本发明方法被修改而包括散射条。

图4是依照本发明的一个代表性的流程图，其陈列了将散射条用于掩模布局的方法。

图5a-5c图解了图4的流程图中描述的工序。

图6图解了依照本发明的散射条应用处理完成后的掩模布局。

图7图解了利用先前散射条技术将散射条用于图6中示出的相同目标图案的应用。

图8是依照本发明一个产生“斜面”散射条代表性的方法的流程图。

图9-11图解了图8流程图中描述的工序。

图12a图解了使用本发明新颖的斜面散射条来连接在相同方向上延伸的两个平行散射条线。

图12b图解了利用先前的技术，两个平行散射条是如何连接的。

图13a和13b图解了本发明的斜面散射条如何调整以使印刷性能最佳化。

图14a和14b分别图解了如何利用图13a和13b中显示的斜面来覆盖特征的外侧拐角。

图15a和15b分别图解了如何与水平和垂直散射条结合，利用图13a和13b中示出的斜面散射条来包围要被印刷的特征。

图16图解了本发明的斜面散射条的另外一个实施方案。

图17图解地描述了适合与借助本发明设计的掩模一起使用的光刻投射装置。

### 具体实施方式

依照本发明的光学近似修正技术，提供一种用于修正掩模布局以包括散射条的方法和5 技术，其增加了包含在掩模设计中的散射条的数量，同时将散射条的单个片数最小化。所述方法也考虑到了新型的“斜面”散射条的使用，该散射条允许相邻的垂直和水平散射条连接，从而提供了包含在面板中的拐角特征的改善的印刷性能，也提供了孤立特征的全面保护（就是说，被散射条完全包围）。

10 图3图解了一个代表性的掩模布局，其利用本发明方法被修改而包括散射条，其被称作“散射条延伸方法”（scattering bar extension method）。参照图3，掩模布局包括水平特征31和垂直特征32，他们被印刷在基底上，还包括水平散射条34和垂直散射条35。如上面提到的，散射条34和35的尺寸是这样的，即散射条保持次分辨率，且不印刷到成像基底上。

15 如所示，当使用本发明的散射条延伸方法时，该方法将在下面详细描述，所得到的掩模布局与先前的方法相比包括更多的散射条。这从图2和图3的对比很清楚。注意到图3图解了如图2中被成像的相同的潜在图案。确实，依照本发明的散射条导致了将散射条放置下述区域的结果，如果使用先前的方法应用散射条，该区域不包含散射条。例如，参照如图3所示的掩模布局的部分36，利用20 所述新颖的工序，水平定位的散射条34位于垂直定位的线32的邻近线端。然而，相反，当使用先前的方法时，这种水平散射条不会放置在邻近所述垂直线端，因为垂直线的宽度会被认为太小而不允许邻近那里放置散射条。

图4是依照本发明的一个代表性的流程图，其提出了将散射条用于掩模布局的方法，图5a-5c显示了图4的工序。参照图4，第一步41是为了获得将要成像25 在基底上的想要的图案（就是说目标图案）。如图所示，所述目标图案包含垂直特征32和水平特征31（注意，当提到彼此正交延伸的两组特征时，为了简单起见，延伸的特征这里被称作垂直或水平特征）。下一步42是在水平方向上延伸所有的特征，延长它们的水平边。在这个方向上充分靠拢在一起的任何一个特征然后将合并。水平延伸的特征的放大区域由图5a中的数字51表示。在步骤4230 中的所述特征水平扩展的量决定了散射条会延伸超过目标图案的水平边的端部

有多远，和在多少最大水平分开时特征会被合并。在所给出的实施方案中，选取该距离大约与原始特征和其散射条之间的距离相等（如果邻近一个边放置多个散射条，距最靠近的散射条的距离）。这个标准使在凸角处的散射条向外延伸45度角。此外，所得到的水平散射条会比水平边更接近垂直边，其中垂直散射条会更有用。还注意到，如图5a所示，水平延伸的特征显示出一个延伸的水平边缘面。下一步43是邻近延伸特征的每一个水平边缘产生水平散射条57。换句话说，修正掩模图案，以包括邻近水平特征边缘放置的水平散射条57。

一旦已经产生了水平散射条，在工序中的下一步是以类似方式产生邻近垂直特征边缘的垂直散射条59。再次参照图4，第一步44是在垂直方向上扩展每个特征。在所给出的实施方案中，在垂直方向上充分靠近的特征被扩展，以致它们连接相邻的特征。所述特征的放大区域由图5b中的数字56表示。注意到，在所述特征垂直尺寸上的增加量以与上面描述的水平延伸一样的类似方式被限制（就是说，在所给出的实施方案中，延伸的量选择为原始特征和邻近的散射条之间的距离）。还注意到，如图5b所示，所述延伸的特征显示出一个延伸垂直边缘面。下一步45是邻近垂直扩展的特征的每一个垂直边缘产生垂直散射条59。换句话说，修正掩模图案以包括邻近垂直特征边缘放置的垂直散射条。

在所给出的实施方案中进一步注意到，当扩展垂直和水平特征时，如图5a和5b所示，每个垂直边和水平边在各自的步骤中被展开（不单是被主体上认为是水平的或垂直的特征）。例如，参照图5b，垂直特征62的水平边61在扩展步骤中被延伸。这随后导致了邻近垂直特征61放置延伸的散射条的结果。所有垂直边以类似的方式在图5a中所示的在步骤42中被展开，其导致了邻近水平特征34放置延伸的散射条的结果。

一旦完成了步骤45，在步骤46中，参照图5c，检查具有延伸的垂直散射条和延伸的水平散射条的掩模布局，来确定垂直散射条和水平散射条彼此影响（就是说，交叠）的区域，并将所有交叉区域从掩模版面上删去。在工序的最后一步（步骤47），扩展的垂直和水平特征恢复到原始尺寸。因此，经过前述工序之后，掩模布局包含原始目标图案，该图案被修正而包括延伸的垂直和水平散射条。图5c显示了交叉区域删去之前的所述修正的掩模布局。

图6图解了依照本发明的前述散射条应用工序完成之后的掩模布局。图7图解了利用先前的散射条技术将散射条用于图6中示出的相同的目标图案。如通

过附图对比看出的，新的散射条延伸方法导致了在用先前的技术没有修正的区域内放置散射条。新的方法也导致了包含在掩模设计中的单个散射条片数的减小（就是说，很多较小的单个散射条图案被单一连续的散射条所取代）。注意到，图5a-5c和6的底端部分没有描绘出在这些图中显示出的掩模图案的端部（就是说，只有整个目标图案的一部分被显示出来）。如果这些图的底端部分与目标图案的实际端部相对应，散射条也会邻近那里放置。如下面进一步解释的，连接这种邻近的垂直和水平散射条也是可能的，其是通过交叉区域的移动，利用图13a和13b中示出的新型的“斜面”散射条来造成的。

本发明的方法还需要使用新型的“斜面连接型”散射条，其允许相邻的垂直和水平散射条的端部相连（就是说，通过斜面散射条）。如下面所讨论的，斜面散射条消除了与邻近目标图案的拐角特征使用散射条相关的问题。

图8是依照本发明一个产生“斜面”散射条代表性的方法的流程图。参照显示工序的图9-11，第一步81是将水平散射条72和垂直散射条73放置在邻近目标图案的拐角特征74处，以致如图9所示，水平和垂直散射条72和73彼此相交。在接下来的步骤（步骤83）中，水平和垂直散射条72和73的相交的端部彼此往回拉，以致如图10所示，水平和垂直散射条的两个拐角彼此接触。接下来的步骤（步骤85）中，三角形的特征76（就是说，斜面散射条）与水平和垂直散射条72和73的两个边缘相接触地放置，以致如图11所示，斜面散射条76暴露到拐角特征的面与水平和垂直散射条72和73基本上形成45°角。注意到在所给出的实施方案中，斜面散射条实际上形成了具有45°，45°和90°角的三角形特征。进一步注意到，与允许邻近一个特征的拐角区域相交的水平和垂直散射条相比，斜面散射条实际上不太可能印刷（其典型地在相交的点处导致了不需要的斑点的印刷）。

还注意到，虽然在所给出的实施方案中描述的斜面散射条显示出具有45°等角的直角三角形结构，但没有必要限制在这种结构。如下面所描述的，斜面散射条可以是其他结构，其每个可以选择，并且对于给定的工序和给定的目标图案布局最优化。主要方面之一是与由垂直和水平散射条的相交而形成/定义的正方形区域相比，斜面散射条表现出散射条面积的减小。

图12a图解了使用本发明新型的斜面散射条来连接在相同方向上延伸的两个平行的散射条线。相反，图12b图解了使用先前技术的两个平行散射条是如

何连接的。如图12a所示，斜面91被构造成一个平行四边形，其具有相对于散射条92的垂直线为大约45°角的线。换句话说，在给出的实施方案中，斜面91包括两个边-对-边定位的直角三角形。当然，斜面91还可以被用来连接在水平方向上彼此平行放置的散射条。如图15下面所示，使用成角的斜面来连接在平行方向上延伸的散射条允许全部的散射条更接近地与将要被印刷的特征的边缘相一致。注意到本发明斜面的使用可以用与图12b中示出的“拐角接触”相比更可预知的结果（predicable results）来形成，因此显示出减小的与片-数据基础检查（die-to-data base inspection）相关的问题。

图13a和13b图解了本发明的斜面散射条如何调整以使印刷性能最佳化。图13a图解了上面图11中所披露的相同的斜面，其中斜面76由具有45°，45°和90°角的直角三角形构成。图13b图解了它的变化，其中斜面95具有一个实际上有两个平行线的梯形结构，所述平行线相对于垂直和水平散射条大约是45°。

注意到，在某些情形下优选使用如图13b中所示的较长斜面（与图13a中示出的斜面相对），因为由于较长的长度它更易于检查掩模。为了包围外侧拐角，假定圆对称的印刷系统，理想的散射条可以是维持距原始特征的恒定距离的弧形散射条。该理想的散射条可以是适当接近如图15b中所示的45-度斜面。

尽管在图13a和13b中显示出的斜面被用于改善目标布局中特征的内侧拐角的成像，但利用斜面覆盖布局中特征的外侧拐角也是可能的。图14a和14b分别图解了如何利用图13a和13b中显示的斜面来覆盖特征的外侧拐角。

进一步，作为新型的斜面散射条的结果，用散射条完全包围独立的特征现在也是可能的。图15a和15b图解了如何利用图13a和13b中示出的斜面散射条与水平和垂直散射条结合来包围要被印刷的特征。还注意到，图13a和13b中示出的斜面散射条的结合可以用来包围给定的特征。

而图16中图解了斜面散射条的另一个变化。参照图16，斜面97实际上是弓形的（例如半圆结构），且允许线端或垂直和水平散射条的拐角相连。如图16中所示，斜面97被用于将两个垂直散射条73连接在一起，以包围特征74。

如上面提到的，本发明的用于形成散射条的方法和技术比先前的技术提供了显著的优点。一个优点是本发明的技术减小了布局设计中包含的单个散射条的数量，提高了被散射条占用的整体面积。另外，本发明的方法提供了在线端处放置使用先前技术被省略掉的散射条。这就导致了掩模制造工序的简化，同

时改善印刷性能。该方法也考虑使用新型的“斜面”散射条，所述散射条允许相邻的垂直和水平散射条相连，因此提供了布局中所包含的拐角特征的改善的印刷性能，也提供了孤立特征的全面保护（就是说，完全被散射条包围），以及对于所述特征的最大散焦保护。这种完全的包围保证了这些设计特征的所有部分都接受聚焦深度改进，所述改进是公知地散射条提供给孤立的特征。

注意到，可以在软件中执行本发明的方法，所以这里公开的前述方法在掩模产生工序中自动执行。进一步注意到，尽管这里没有特别描述，但是识别延伸的垂直和水平散射条的交叉区域和随后将其从掩模设计上删除的工序对于本领域中技术人员是公知的。因而，这里没有提供该工序的进一步描述。进一步，注意到设计中邻近每个特征边缘没有放置散射条。例如，典型地，在目标设计内紧密靠近（packed）的特征不会考虑在邻近那里放置散射条。

图17图解地描述了适合与借助本发明设计的掩模一起使用的光刻投射装置。所述装置包括：

- 用于提供辐射的投射光束PB的辐射系统Ex, IL。在该特殊的情况下，辐射系统还包括辐射源LA；

- 第一目标台（掩模台）MT，设有用于保持掩模MA（例如划线板）的掩模保持器，并与用于将该掩模相对于物体PL精确定位的第一定位装置连接；

- 第二目标台（基底台）WT，设有用于保持基底W（例如涂敷抗蚀剂的硅晶片）的基底保持器，并与用于将基底相对于物体PL精确定位的第二定位装置连接；

- 投射系统（“透镜”）PL（例如，折射，反射或反折射光学系统），用于将掩模MA的被辐射部分成像在基底W的目标部分C（例如包括一个或多个电路小片（die））上。

如这里所述的，该装置是透射型的（即具有透射掩模）。但是该装置通常也可以例如是反射型的（具有反射掩模）。或者作为可选择的掩模的使用，该装置可以采用其他类型的构图装置；例如包括可编程反射镜阵列或LCD矩阵。

辐射源LA（例如汞灯或受激准分子激光器）产生辐射束。该光束直接或经过如扩束器Ex的调节装置后，再照射到照明系统（照明器）IL上。照明器IL包括调节装置AM，用于设定光束强度分布的外和/或内径范围（通常分别称为西格马（sigma）—外和西格马—内）。另外，它一般包括各种其它部件，如积



分器IN和聚光器CO。按照这种方式，照射到掩模MA上的光束PB在其横截面上具有理想的均匀性和强度分布。

5 应该注意，关于图17，辐射源LA可以置于光刻投射装置的壳体中（例如当源是汞灯时经常是这种情况），但也可以远离光刻投射装置，其产生的辐射光束被（例如通过适当的定向反射镜的帮助）引导至该装置中；当光源LA是准分子激光器（例如基于KrF，ArF或F<sub>2</sub>激发的）时通常是后面的那种情况。本发明包含至少这两种情况。

10 光束PB然后与保持在掩模台MT上的掩模MA相交。经过掩模MA之后的光束PB通过透镜PL，该透镜将光束PB聚焦在基底W的目标部分C上。在第二定位装置（和干涉测量装置IF）的辅助下，基底台WT可以精确地移动，例如在光束PB的光路中定位不同的目标部分C。类似地，例如在从掩模库中机械取出掩模MA后或在扫描期间，可以使用第一定位装置将掩模MA相对光束PB的光路进行精确定位。一般地，用图17中未明确显示的长冲程模块（粗略定位）和短冲程模块（精确定位），可以实现目标台MT、WT的移动。可是，  
15 在晶片步进器中（与分步扫描装置相反），掩模台MT可仅与短冲程执行装置连接，或者固定。

所示的装置可以按照二种不同模式使用：

20 - 在步进模式中，掩模台MT基本保持不动，整个掩模图像被一次投射（即单“闪”）到目标部分C上。然后基底台WT沿x和/或y方向移动，以使不同的目标部分C能够由光束PB照射。

25 - 在扫描模式中，基本为相同的情况，除了所给定的目标部分C没有暴露在单“闪”中。取而代之的是，掩模台MT沿给定的方向（所谓的“扫描方向，例如y方向”）以速度v移动，以使投射光束PB扫描整个掩模图像；同时，基底台WT沿相同或者相反的方向以速度V=Mv同时移动，其中M是透镜PL的放大率（通常M=1/4或1/5）。在这种方式中，可以曝光相当大的目标部分C，而没有牺牲分辨率。

30 这里所公开的概念可以模拟或算术建模任何类型的用于成像次波长特征的成像系统，并且对于所涌现出的能提供日益较小的尺寸波长的成像技术尤其有用。已经使用的技术包括能够使用ArF激光器提供193nm波长的，甚至使用氟激光器提供157nm波长的EUV（超紫外线）光刻技术。而且，通过使用同步加

速器或通过用高能电子撞击一种材料（固体或等离子体）能够提供20-5nm范围内的光子，EUV光刻技术能够产生这个范围内的波长。因为大多数材料在这个范围内具有吸收性，所以可以通过具有钼和硅的多叠层（multi-stack）反射镜来提供照明。多叠层反射镜具有40层成对的钼和硅，其中每一层的厚度是四分之一波长。甚至使用X射线光刻可以提供更小的波长。典型地，使用同步加速器来产生X射线波长。由于大多数材料在X射线波长处具有吸收性，所以吸收性材料的薄片决定了特征会印刷在哪里（正型抗蚀剂）或不会印刷在哪里（负型抗蚀剂）。

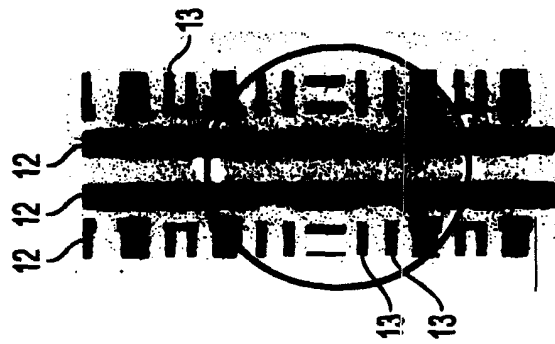
尽管这里公开的概念可以用于在例如硅晶片的基底上成像，但应当理解所公开的概念可以用于任何一种类型的光刻成像系统，例如那些用于在除了硅晶片以外的基底上成像的光刻成像系统。

包括含有可执行代码涉及编程的计算机系统的软件功能性可以用于执行上面描述的成像模式。通过通用计算机执行软件代码。在操作中，代码和可能有关的数据记录被存储在通用计算机平台内。在其他场合，软件可被存储在其他位置和/或被传送用来装载进适当的通用计算机系统。因此，上面讨论的实施方案包括以一个或多个代码模块形式存在的一个或多个软件产品，所述代码模块被至少一个计算机可读介质装载。实际上在这里讨论和展示的实施方案所执行的方式中，通过计算机系统的处理器来执行这种代码能够使平台实现目录和/或软件下载功能。

如这里所使用的，例如作为计算机或机器“可读介质”的术语指参与将指令提供给处理器用来执行的任何一种介质。这种介质可以采取多种形式，包括但不限于此，非易失性介质，易失性介质，和传输介质。非易失性介质包括，例如，光或磁盘，如上面讨论的在作为服务器平台之一操作的任何计算机中的任何一种存储器件。易失性介质包括动态存储器，如这种计算机平台的主存储器。物理传输介质包括同轴电缆；铜线和纤维光学，包括在计算机系统内包含总线的线。载波传输介质可以采取电或电磁信号，或声波或光波，如在无线电频率（RF）和红外（IR）数据通信中产生的那些的形式。通常的计算机可读介质的形式因此包括，例如：软盘，软磁盘（flexible disk），硬盘，磁带，任何其他磁性介质，CD-ROM，DVD，任何其他光学介质，较少使用的介质如穿孔卡（punch cards），纸带（paper tape），任何其他具有孔图案的物理介质，RAM，

PROM, 和EPROM, FLASH-EPROM, 任何其他记录芯片或合式磁盘, 传送数据或指令的载波, 传送这种载波的电缆或链路 (link), 或计算机能够从中读取程序代码和/或数据的任何其他介质。许多这些形式的计算机可读介质可以用于将一个或多个指令的一个或多个次序传送给处理器以执行。

- 5 尽管本发明已经进行了详细描述和图解, 但应当清楚理解, 这只是作为说明和例子, 不是作为限制, 本发明的范围仅仅通过所附的权利要求的条款被限定。



SB布局

图 1A

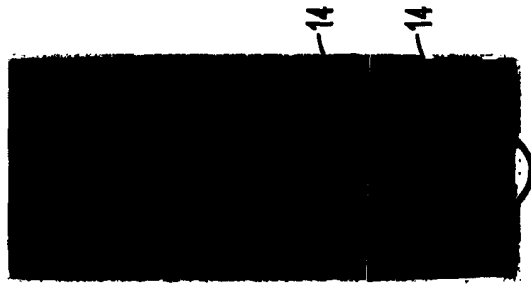
现有技术



最佳焦距

图 1B

现有技术



焦距=0.1 μm

图 1C

现有技术

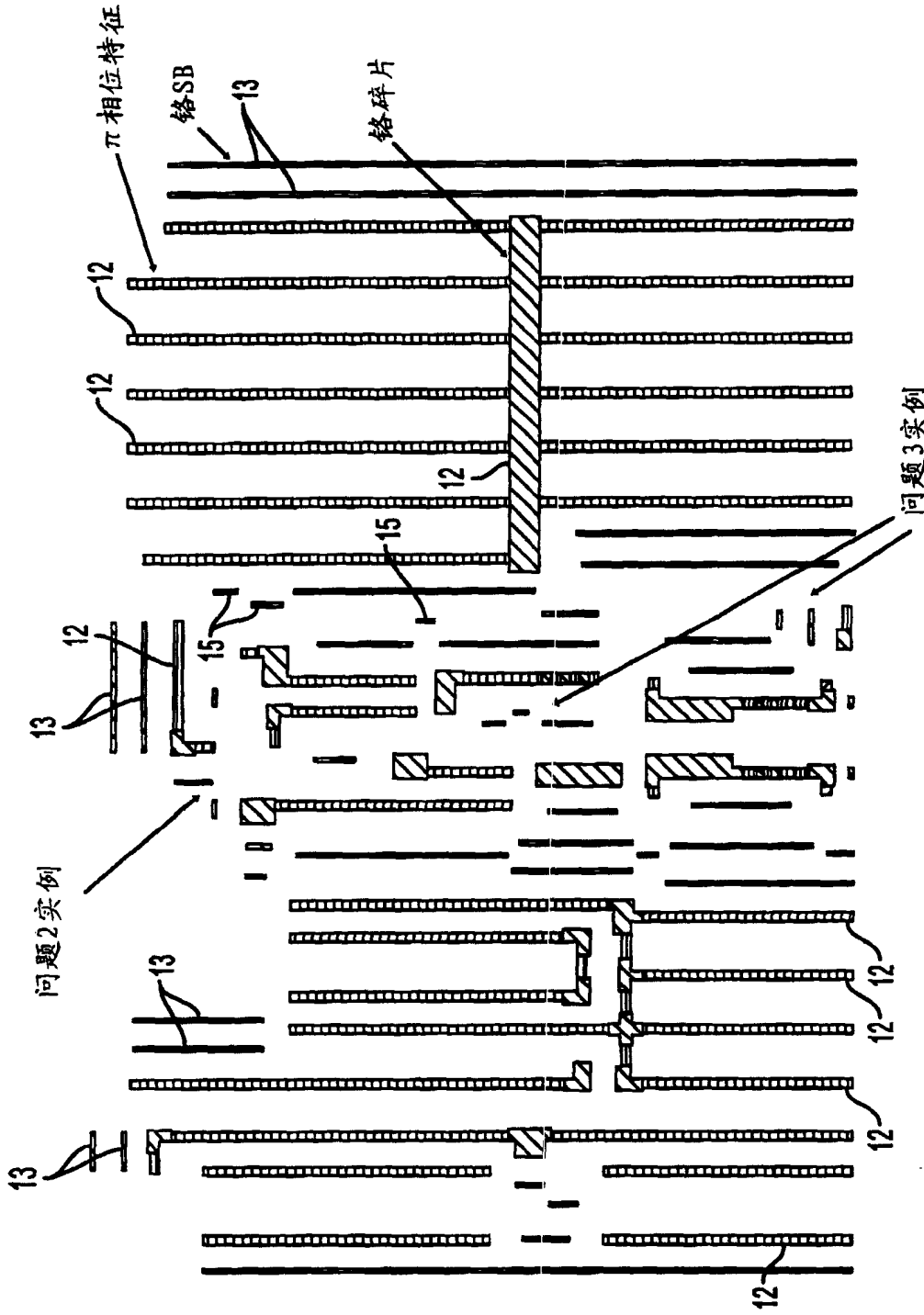


图 2  
现有技术

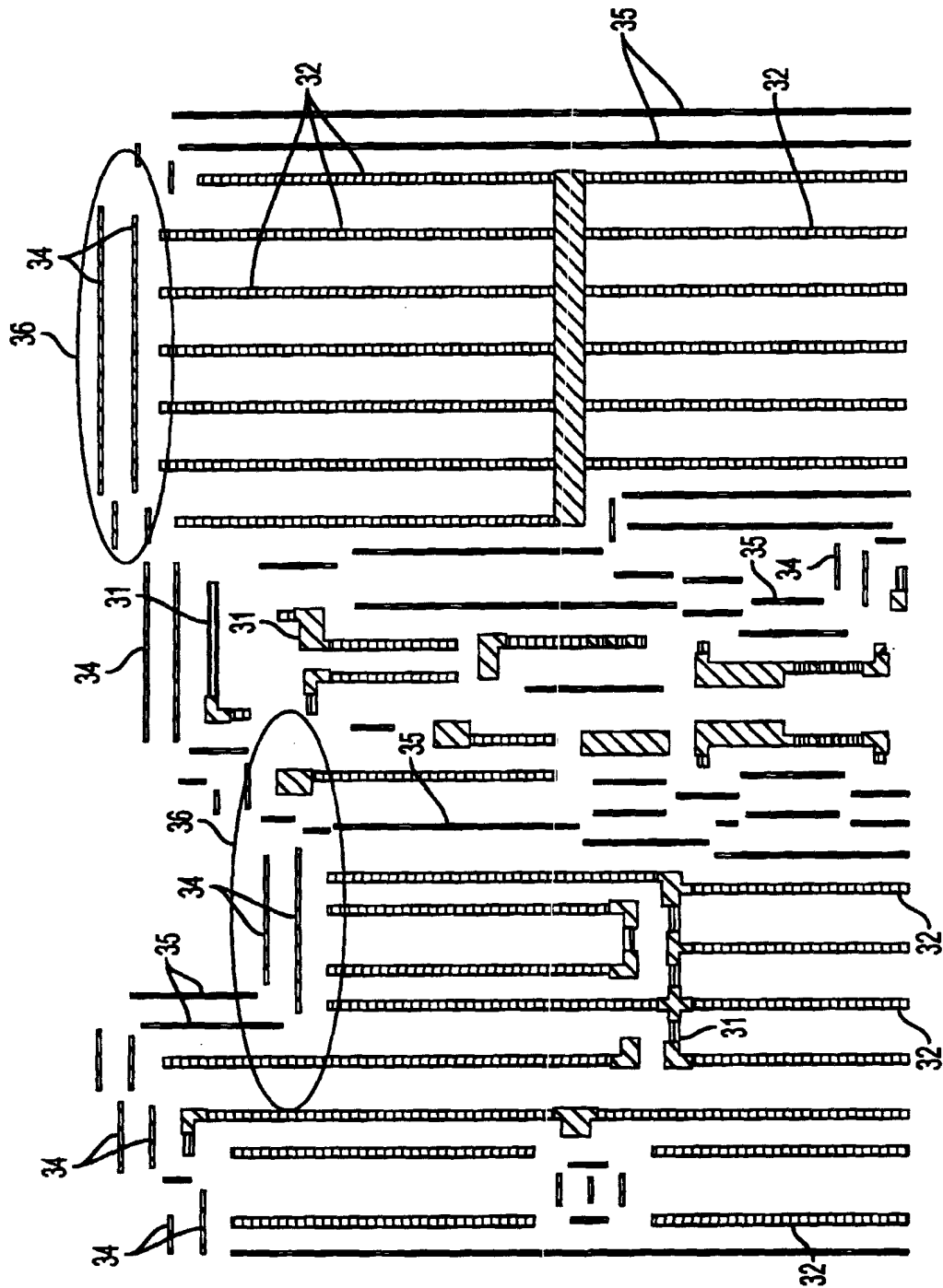


图 3

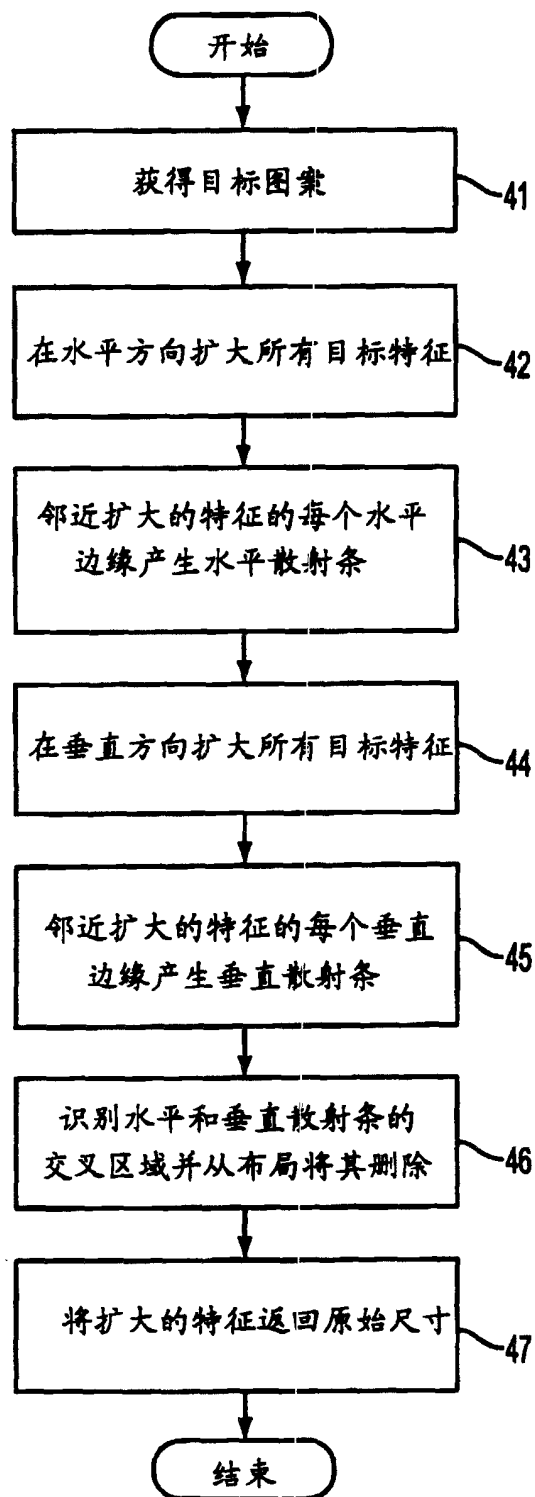


图 4

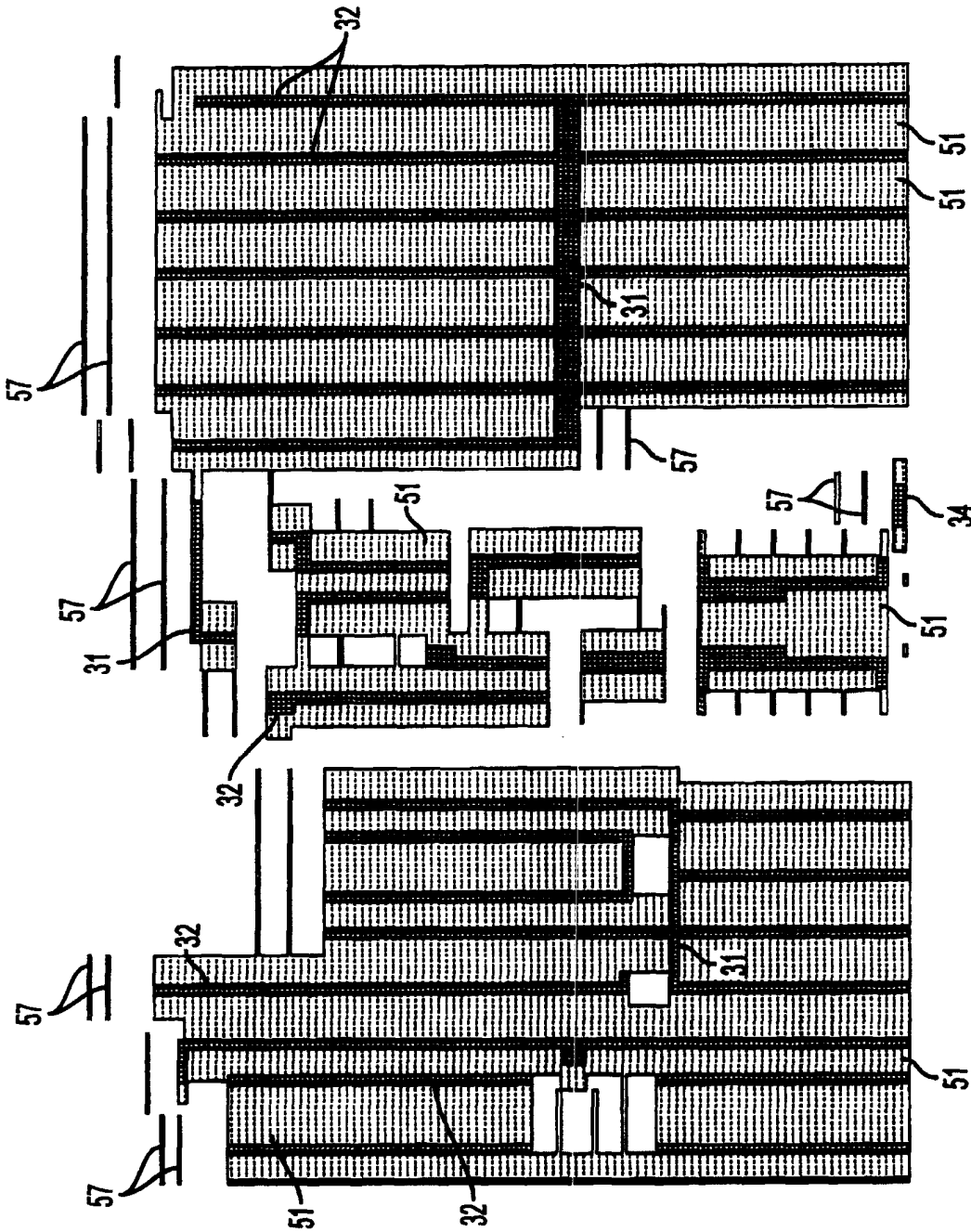


图 5A



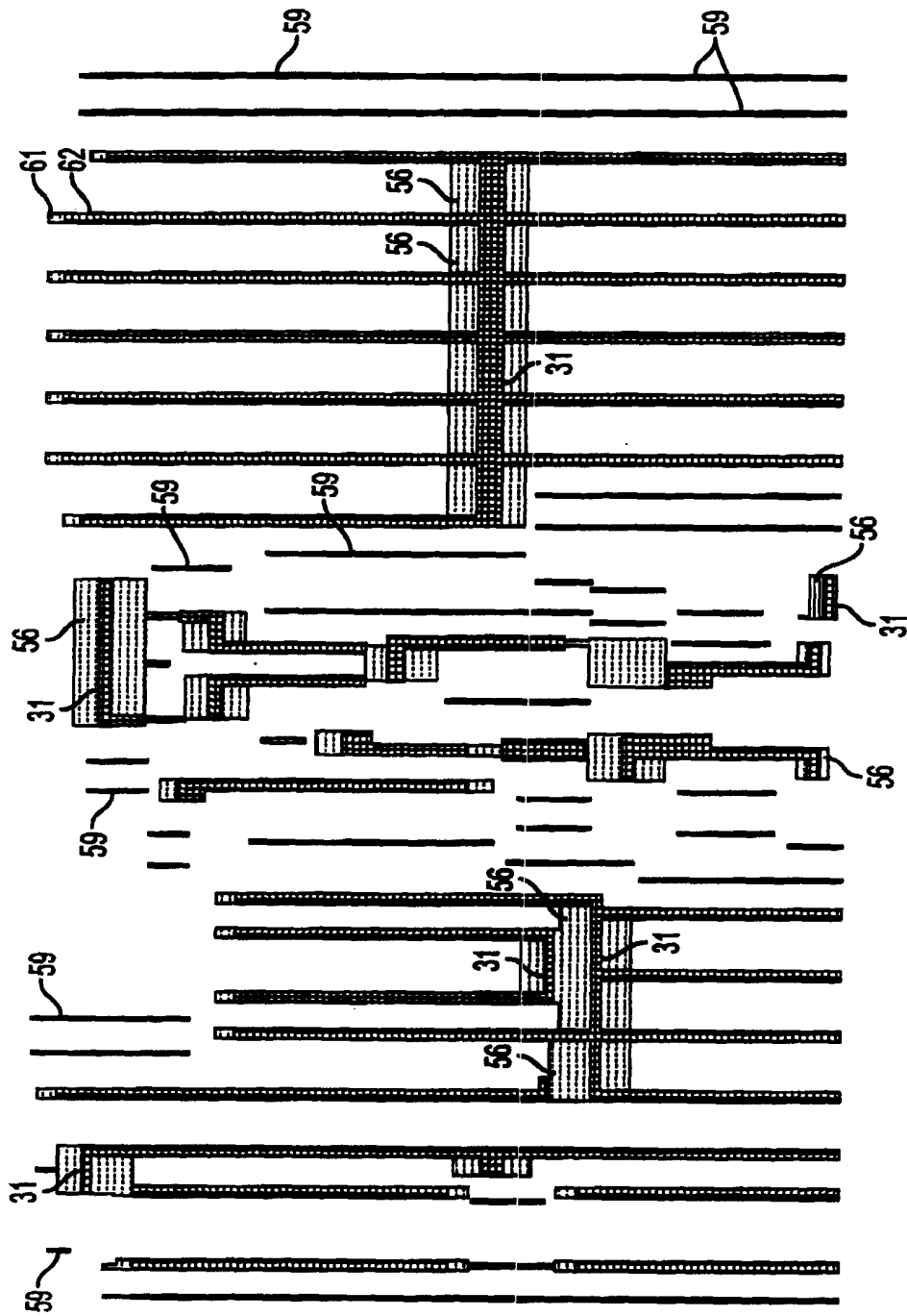


图 5B

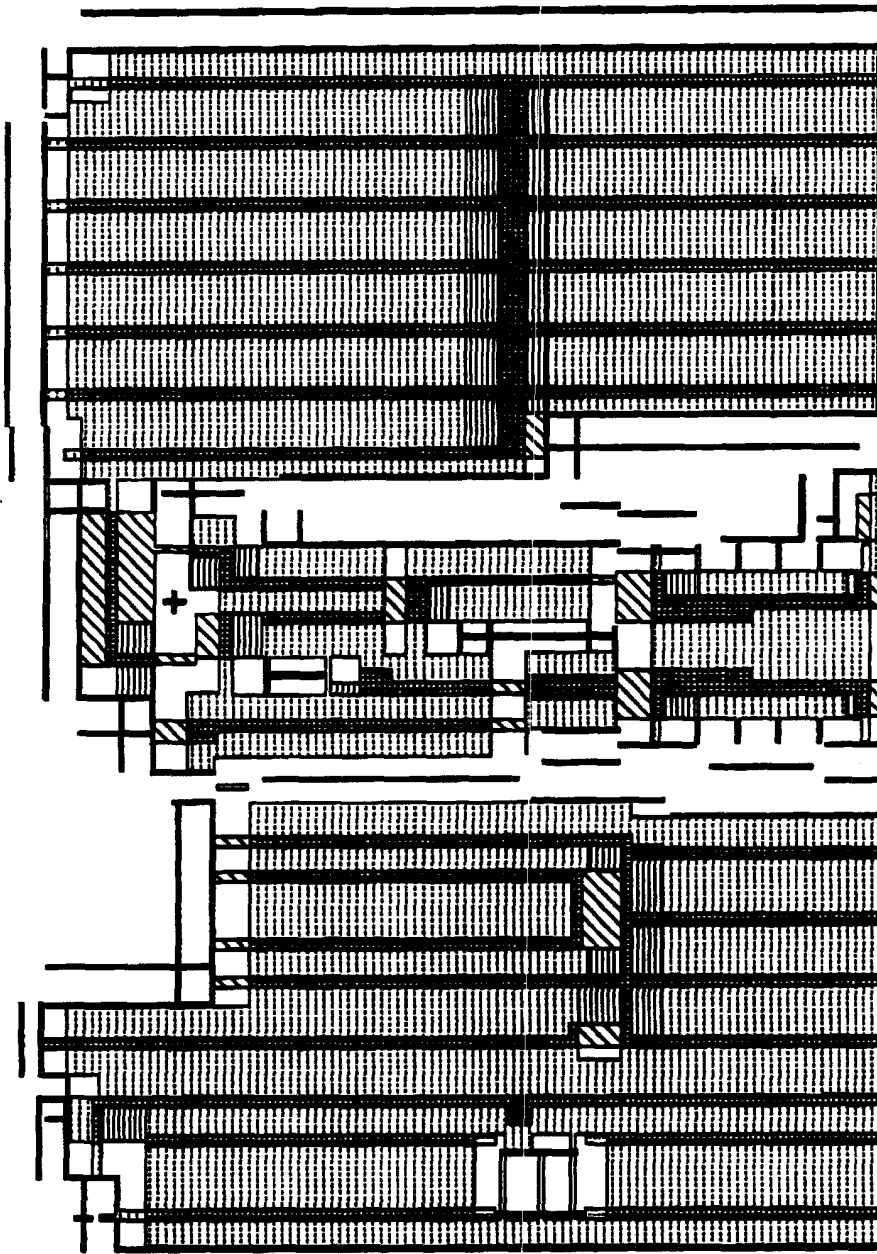
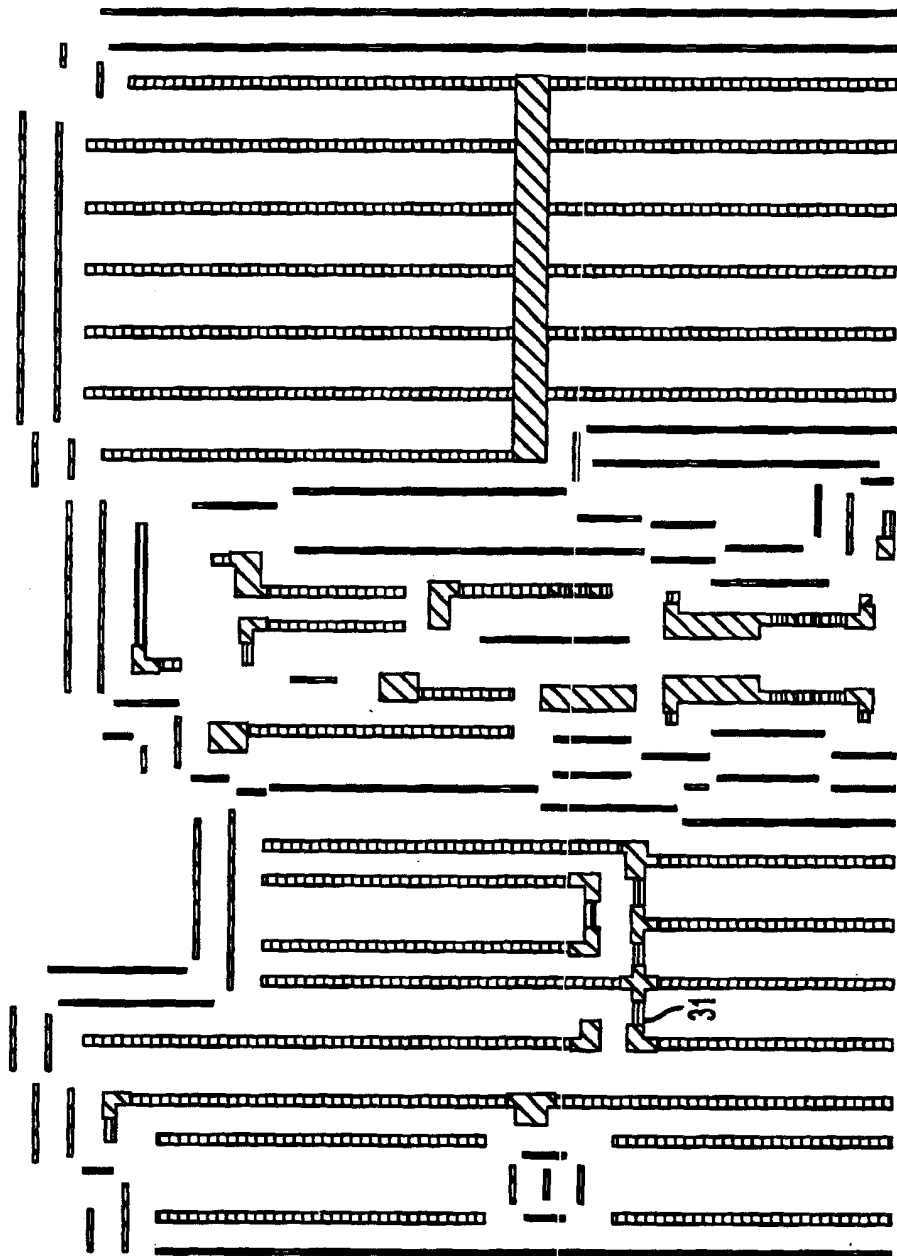
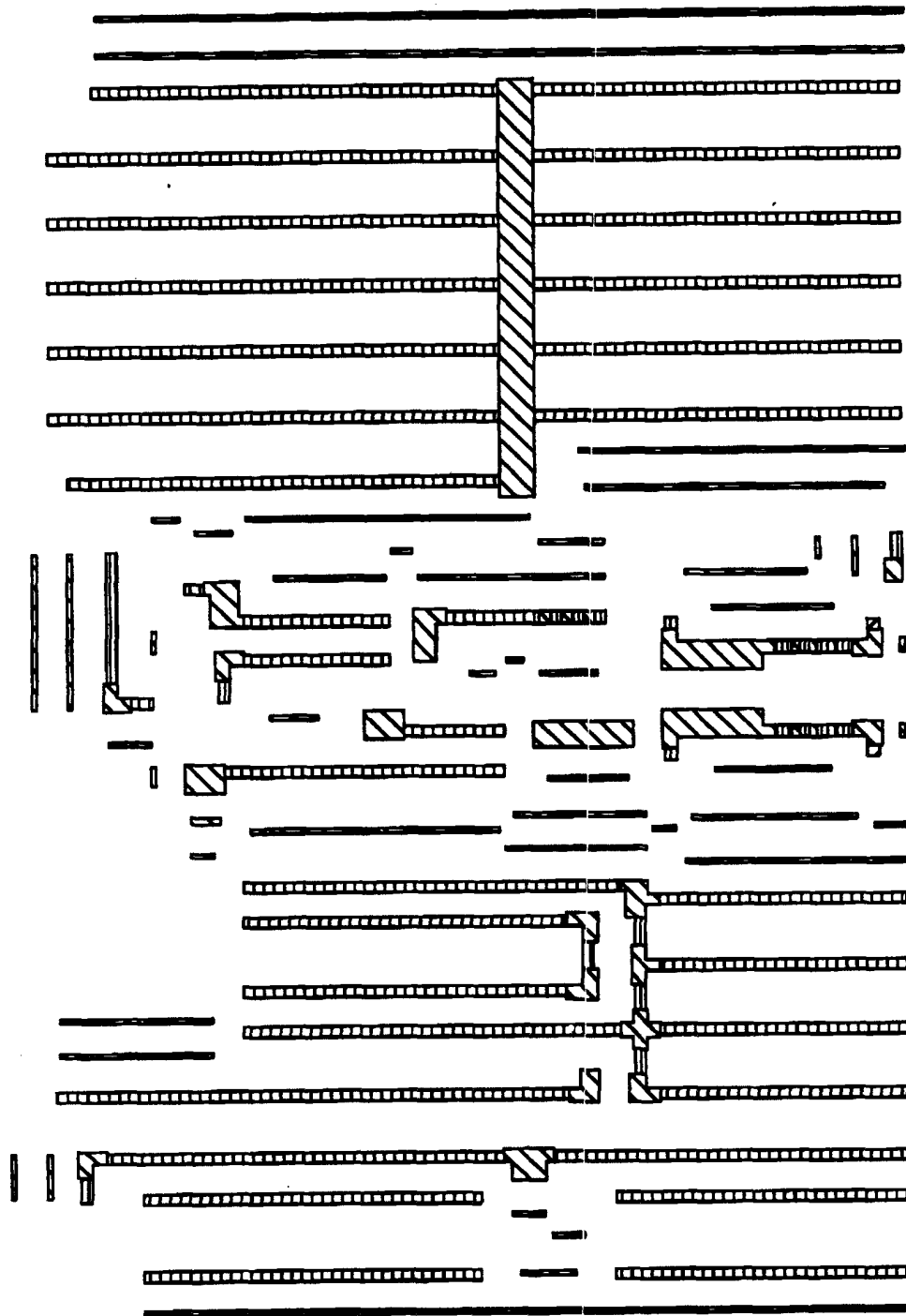


图 5C



新SB延伸方法

图 6



现有SB产生

图 7

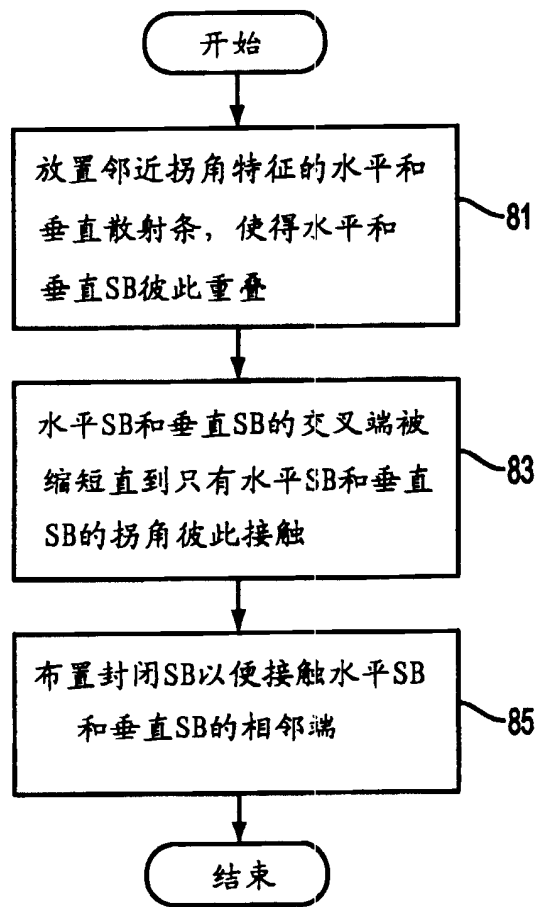


图 8

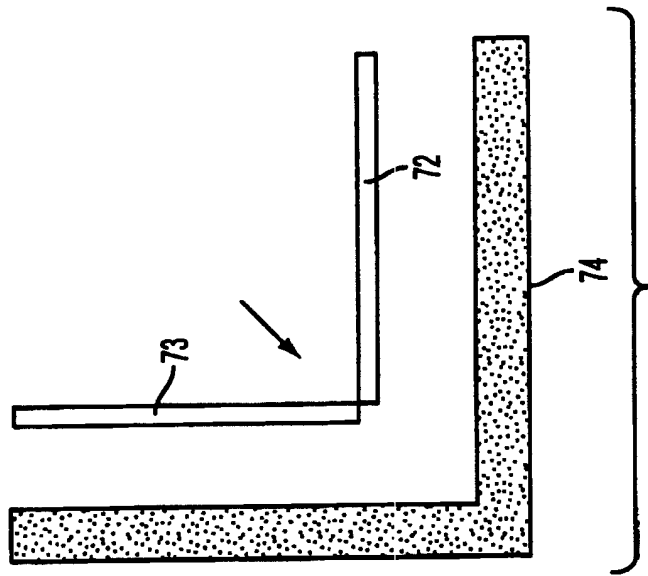


图 10

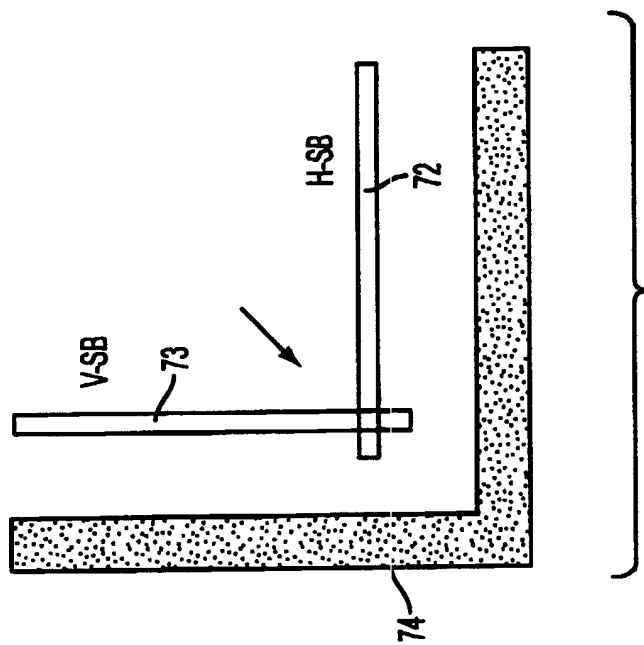


图 9

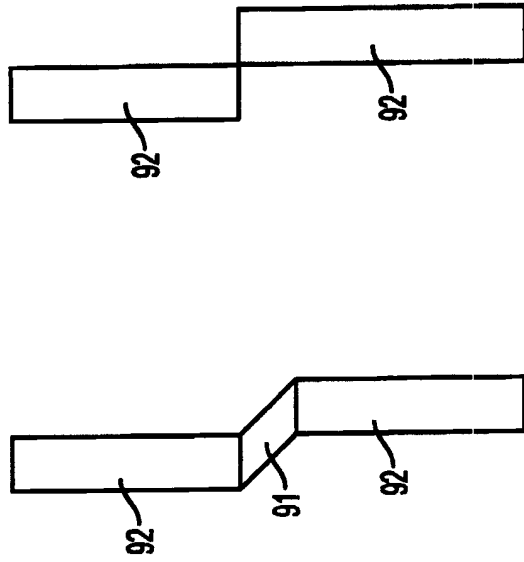


图 12A 图 12B

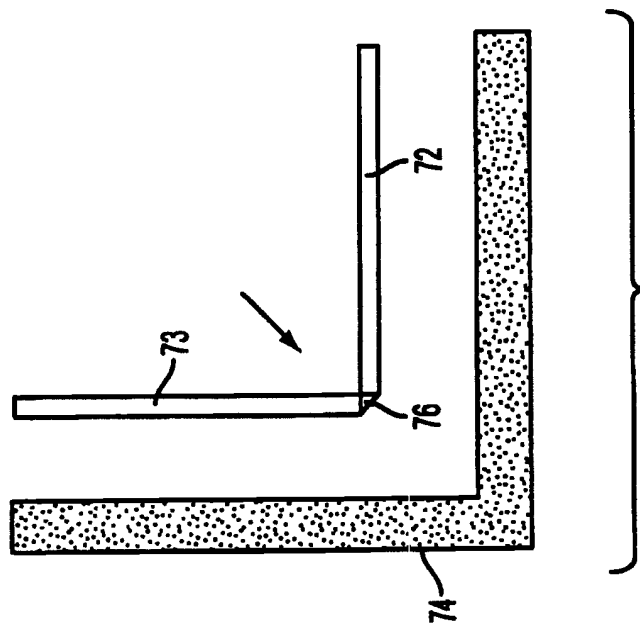


图 11

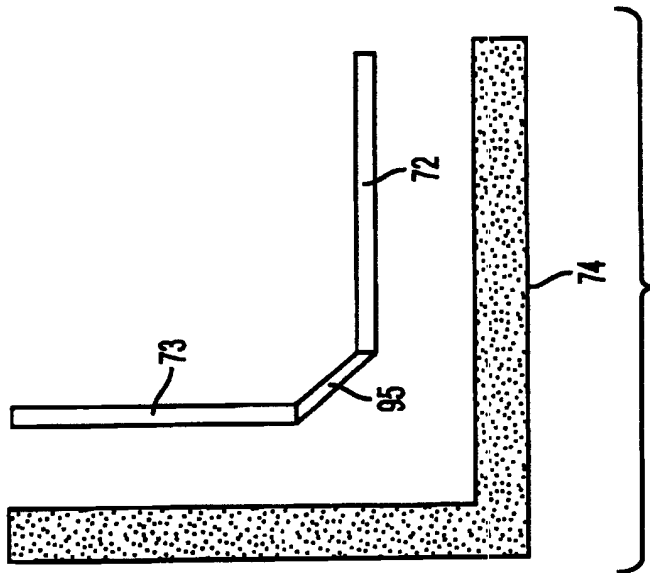


图 13B

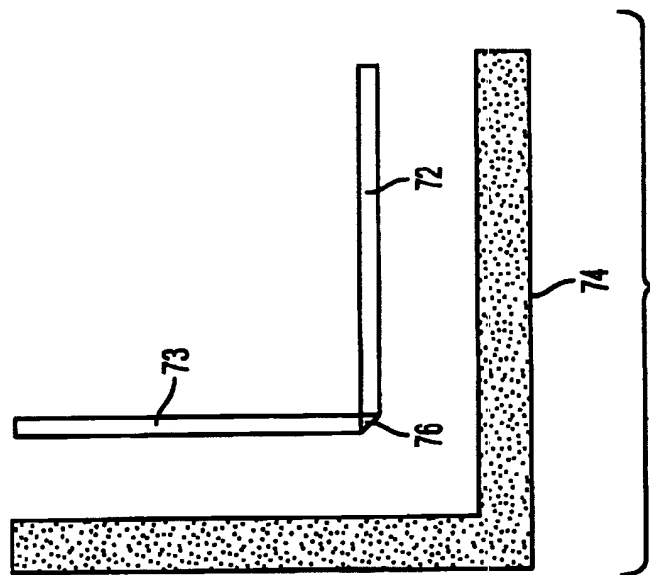


图 13A



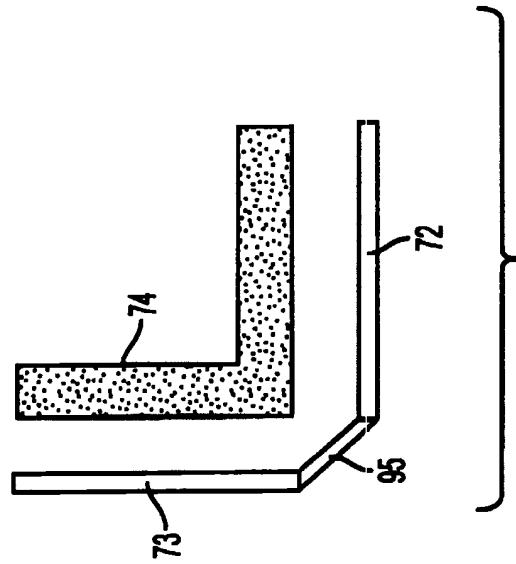


图 14B

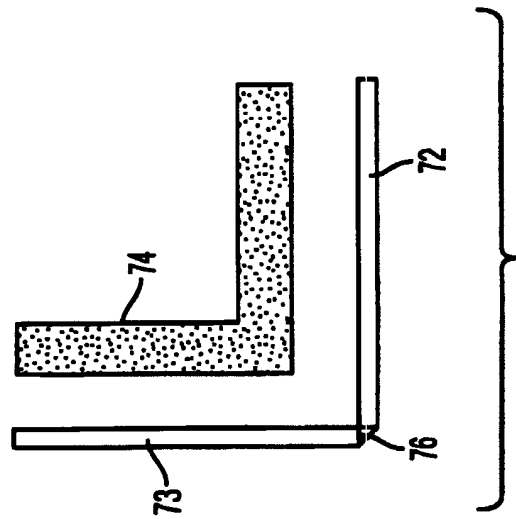


图 14A

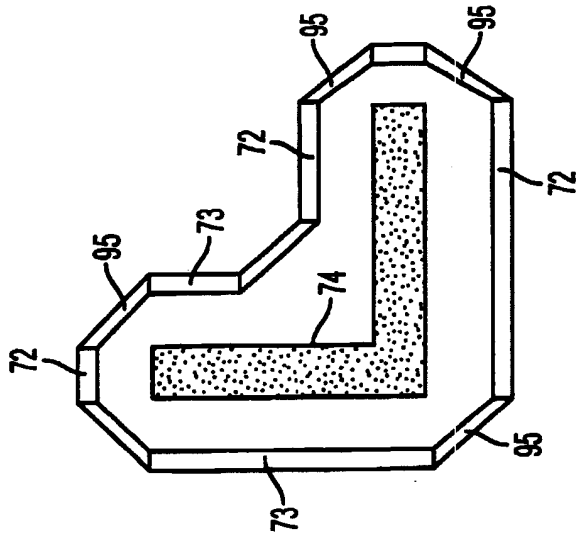


图 15B

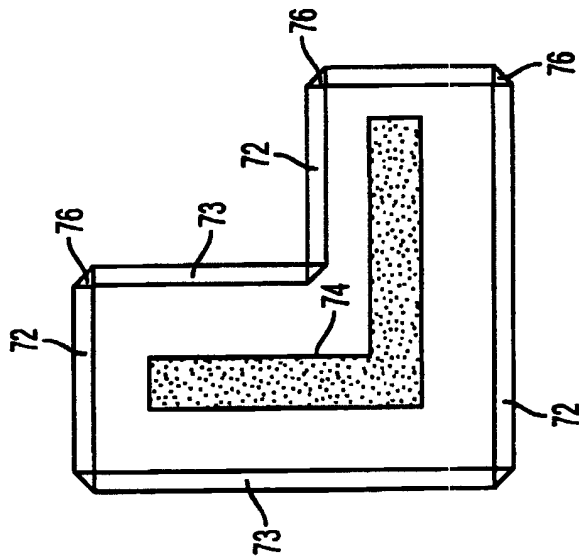


图 15A

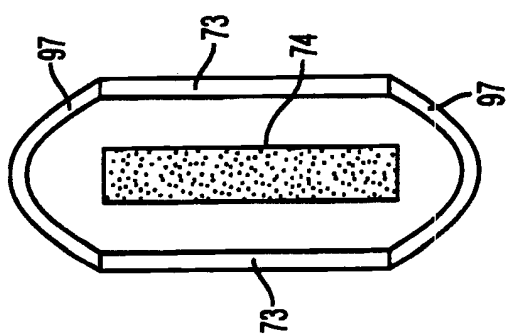


图 16

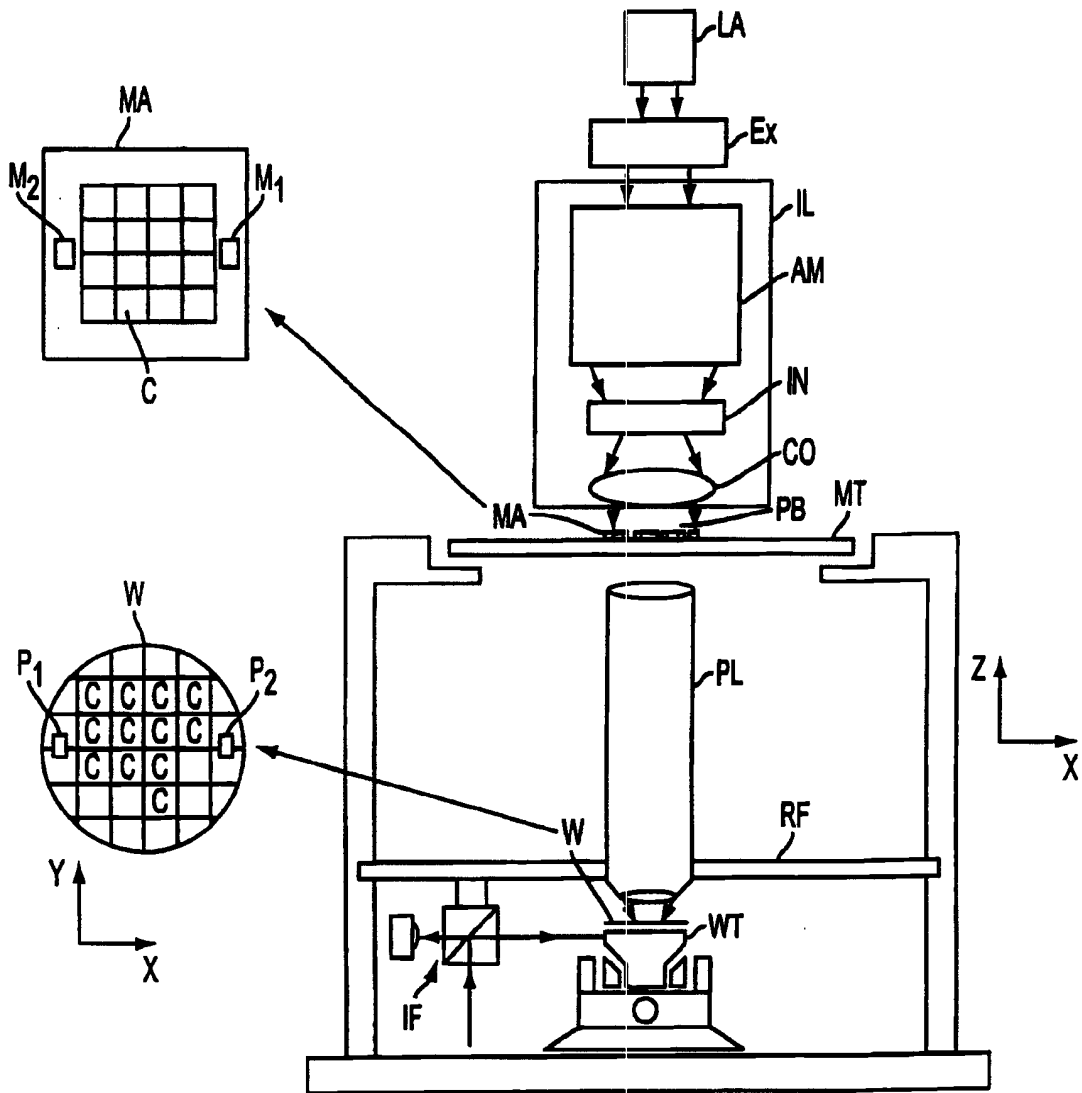


图 17