

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03128639.9

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100405221C

[22] 申请日 2003.3.25 [21] 申请号 03128639.9  
[30] 优先权

[32] 2002.3.25 [33] US [31] 60/366545

[73] 专利权人 ASML 蒙片工具有限公司  
地址 荷兰维尔德霍芬

[72] 发明人 D·范登布雷克 J·F·陈  
T·莱迪 K·E·瓦姆普勒  
D·-F·S·苏

[56] 参考文献

US2002015899A 2002.2.7

CN1237781A 1999.12.8

微光刻相移掩模技术研究. 冯伯儒, 孙国良, 沈锋, 阙珑, 陈宝钦, 崔铮. 光电工程, 第 23 卷增刊卷. 1996

相移掩模的制作. 冯伯儒, 陈宝钦. 微细加工技术, 第 1997 年第 1 期. 1997

审查员 徐乐乐

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王波波

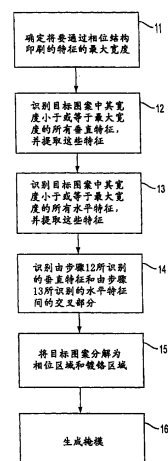
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于无铬相位光刻技术中将半导体器件图案分解为相位和镀铬区域的方法和装置

[57] 摘要

一种通过在一衬底上印刷一目标图案以产生一掩模的方法。所述方法包括步骤: (a) 通过使用在掩模中形成的相位结构, 以确定在衬底上成像的特征的最大宽度; (b) 识别具有等于或者小于所述最大宽度的宽度的目标图案中包含的所有特征; (c) 从所述目标图案中抽取宽度等于或者小于所述最大宽度的所有特征; (d) 在对应于在步骤(b)中识别出的所有特征的掩模中形成相位结构; 以及(e) 在所述掩模中为执行步骤(c)之后的目标图案中保留的所有特征形成不透明的结构。



1. 一种产生用于在一衬底上印刷目标图案的掩模的方法，所述方法包括步骤：

(a) 通过使用在所述掩模中形成的相位结构，确定在所述衬底上成像的特征的最大宽度；

(b) 识别所述目标图案中包含的具有等于或者小于所述最大宽度的宽度的所有特征；

(c) 从所述目标图案中抽取宽度等于或者小于所述最大宽度的所有特征；

(d) 在所述掩模中对应于在步骤(b)中识别出的所有特征形成相位结构；以及

(e) 在所述掩模中为执行步骤(c)之后目标图案中保留的所有特征形成不透明的结构。

2. 如权利要求1所述的方法，其中步骤(b)包括以下步骤：

(f) 识别所有宽度等于或者小于所述最大宽度的垂直特征；

(g) 抽取步骤(f)中识别出的所有垂直特征；

(h) 识别所有宽度等于或者小于所述最大宽度的水平特征；以及

(i) 抽取步骤(h)中识别出的所有水平特征。

3. 如权利要求2所述的方法，进一步包括以下步骤：识别步骤(f)中识别出的所述垂直特征与步骤(h)中识别出的所述水平特征之间的所有交叉部分，并在所述掩模中对应于所有所述交叉部分，形成不透明结构。

4. 如权利要求3所述的方法，其中，通过在步骤(g)中抽取的垂直特征与步骤(h)中抽取的水平特征之间执行布尔操作“AND”，识别所述交叉部分。

5. 如权利要求1所述的方法，其中，在所述掩模中由实质表现为100%透射和180°相位移的区域形成所述相位结构，而在所述掩模中由表现为0%透射的区域形成所述不透明的结构。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 进一步包括以下步骤: 在所述掩模中包括光学邻近校正特征或者边缘偏置。

7. 一种用于产生用于在一衬底上印刷一目标图案的掩模的设备, 所述设备包括:

通过使用在所述掩模中形成的相位结构来确定在所述衬底上成像的特征的最大宽度的装置;

用于识别所述目标图案中包含的具有等于或者小于所述最大宽度的宽度的所有特征的装置;

用于从所述目标图案中抽取宽度等于或者小于所述最大宽度的所有特征的装置;

用于在所述掩模中对应于宽度等于或小于所述最大宽度的所有特征而形成相位结构的装置; 以及

用于在所述掩模中为宽度等于或小于所述最大宽度的所有特征形成不透明的结构的装置。

8. 如权利要求 7 所述的设备, 其中, 所述用于识别包含在所述目标图案中具有等于或者小于所述最大宽度的宽度的所有特征的装置包括:

用于识别所有宽度等于或者小于所述最大宽度的所有垂直特征的装置;

用于抽取所有宽度等于或者小于所述最大宽度的所有垂直特征的装置;

用于识别所有宽度等于或者小于所述最大宽度的所有水平特征的装置; 以及

用于抽取所有宽度等于或者小于所述最大宽度的所有水平特征的装置。

9. 如权利要求 8 所述的设备, 其中, 识别宽度等于或者小于所述最大宽度的所述垂直特征与宽度等于或者小于所述最大宽度的所述水平特征之间的所有交叉部分, 并且在所述掩模中对应于所有所述交叉部分形成不透明的结构。

10. 如权利要求 9 所述的设备, 其中, 通过在抽取的垂直特征与抽

取的水平特征之间执行布尔操作“AND”，识别出所述交叉部分。

11. 如权利要求7所述的设备，其中，在所述掩模中由实质表现为100%透射和 $180^\circ$ 相位移的区域形成所述相位结构，而在所述掩模中由表现为0%透射的区域形成所述不透明的结构。

12. 如权利要求7所述的设备，进一步包括：在所述掩模中包括光学校正特征或者边缘偏置。

## 用于无铬相位光刻技术中将半导体器件图案 分解为相位和镀铬区域的方法和装置

### 技术领域

本发明一般地涉及使用无铬相位光刻技术的掩模图案的生成，具体来讲是用于将一目标设计分解为利用镀铬和相位移技术印刷特征的相应掩模图案。此外，本发明还涉及一种使用一光刻装置的器件制造方法，所述光刻装置包括一个用于提供投影射束的辐射系统；用于承载一个用来使所述投影束形成图案的掩模的掩模平台；一个用于承载一衬底的衬底平台；以及一个用于将已形成图案的投影束投影到所述衬底的目标部分上的投影系统。

### 背景技术

举例来说在集成电路(IC)的制造中可以使用光刻投影装置(工具)。在这种情况下，掩模包含一个对应于 IC 的一个单层的电路图案，该图案可以被成像在一个衬底(硅片)上的一个目标部分(例如包括一个或多个芯片)上，所述衬底(硅片)上已经被镀有一层感光材料(防腐蚀涂层)。通常，单一晶圆将包含相邻目标部分的整个线路，经由所述投影系统对其进行一次一个的连续辐射。在一种光刻投影装置中，通过对所述目标部分上的全部掩模图案的一次性曝光来辐射每一目标部分；这样一种装置通常被称为晶圆分档器。在一种可供选择的装置(通常被称为步进和扫描装置)中，通过在所述投影束下沿一给定方向(即“扫描”方向)渐进地扫描所述掩模图案，以辐射每一目标部分，同时与所述方向平行或不平行地同步扫描所述衬底平台；一般来讲，由于所述投影系统具有一放大因数  $M$  (通常 $<1$ )，扫描所述衬底平台的速度  $V$  将是扫描掩模平台的速度的  $M$  倍。举例来说，关于这里说明的光刻装置的更多信息可以从 US 6,046,792 中收集，该发明在这里合并作为参考。

在一个使用一光刻投影装置的制造工艺中，一掩模图案被成像在一衬

底上,所述衬底至少部分地被一层感光材料(防腐蚀涂层)所覆盖。在成像步骤之前,所述衬底将经过各种工序,例如涂底漆,防腐蚀涂层涂敷以及软烘干。曝光以后,所述衬底可以经受其他工序,例如曝光后烘干(PEB),显像,硬烘干以及对成像图案的测量/检查。该工序系列被用作对一器件,例如一 IC,的单层形成图案的基础。然后这样一种图案层可以经历各种的处理,例如蚀刻,离子注入(掺杂),金属喷镀,氧化,镀铬机理抛光等等,上述所有工序后,才能形成一个单层。如果需要若干层,那么需要对每一新层重复所述整个过程或者其相应的变更方案。最后,将在所述衬底(晶圆)上形成一系列器件。然后通过切割或者锯割技术,使这些器件彼此分离。其后,所述独立器件可以被嵌于载体,连接到插脚等等。可以获得关于此类处理的进一步信息,例如,来自 Peter van Zant、McGraw Hill Publishing Co. 于 1997 年出版的书“Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing”(第三版,ISBN0-07-067250-4),在这里合并作为参考。

所述光刻工具可以是一种具有两个或更多衬底平台(和/或两个或更多掩模平台)的类型。在这种“多平台设备”中,可以并行使用额外的平台,或者当一个或多个平台被用于曝光的同时,在一个或多个平台上进行准备步骤。例如,二级光刻设备已在 US5969441 和 WO98/40791 中做出了描述,在这里合并作为参考。

前面所提到的光刻法掩模包括相当于在硅片上将被集成的电路元件的几何图形。用于产生这种掩模的图案是利用 CAD(计算机辅助设计)程序产生的,该处理通常被称为 EDA(电子设计自动化)。大多数的 CAD 程序遵循一组用于产生功能化掩模的预定设计规则。通过处理和设计限制来设定这些规则。例如,设计规则定义了电路器件(例如门,电容器等等)或者互连线之间的间隔容限,以便保证所述电路器件或者线对彼此有不良影响。

当然,集成电路制造中目的之一是在晶圆(经由掩模)上如实地再现原始电路设计。另一目标是尽可能使用所述半导体片的大部分资源。然而当一集成电路的尺寸减少而其密度增加时,其相应掩模图案的 CD(临界

尺寸)趋近所述光学曝光工具的分辨极限。所述曝光工具可以重复地在晶圆上曝光的最小特征称为一个曝光工具的分辨率。当前曝光设备的分辨率值通常限制了许多先进 IC 电路设计的 CD。

此外,微处理器速度、存储器存储密度和微电子器件的低电耗方面的不断改善,与用于在一半导体器件的各层上转移和形成图案的光刻技术的能力直接地相关。所述技术的当前状态要求其 CD 最好在自然光源波长以下的图案形成。例如,248 纳米的当前生产波长正被推进为 CD 小于 100 纳米的图案形成。如在国际半导体技术标准(ITRs 2000)中说明的,该工业趋势将在接下来的 5—10 年继续并且可能普遍加快速度。

一项在当今照相光刻界受到额外注意的技术被称为无铬相位光刻“CPL”用于进一步的改善照相光刻设备的分辨/印刷能力。现在已知,当使用 CPL 技术时,结果产生的掩模图案一般包括不要求使用镀铬(即由相位移技术印刷的特征)的结构(将要印刷在晶圆上的图案)以及使用镀铬的结构。因此,需要掩模设计者验证使用各种技术的掩模结构以一种可接受的方式相互作用,以使所需图案被印刷在晶圆上。然而,由于掩模的复杂性,这可能是一项冗长、沉闷而困难的过程。

因此,就存在对一种方法的需要,该方法提供一种使用 CPL 技术定义掩模图案的简单和系统化的方法,并允许精确的印刷所需图案。

#### 发明内容

为了解决上述需要,本发明的目的之一是提供一种方法,用于使用 CPL 技术根据所需的目标图案或者设计产生一掩模图案。重要的是,一个目的是提供一简单和系统化的处理,用于将所需目标图案转换为一掩模图案,以减少掩模设计需要的时间,同时提高在晶圆上印刷所述设计的精确度。

更具体地说,在一个示范性的实施例中,本发明涉及一种产生通过用于在一衬底上印刷目标图案以产生一的掩模的方法,所述方法包括步骤:(a)通过使用在所述掩模中形成的相位结构,确定在所述衬底上成像的特征的最大宽度;(b)识别所述目标图案中包含的具有等于或者小于所述最大宽度的宽度的所有特征;(c)从所述目标图案中抽取宽度等于或者小于所述最大宽度的所有特征;(d)在所述掩模中对应于在步骤(b)中识别出的所有特征的,所述掩模中形成相位结构;以及(e)在所述掩模中为执行步骤(c)之后目标图案中保留的所有特征形成不透明的结构。

本发明还涉及一种用于产生用于在一衬底上印刷一目标图案的掩模的设备,所述设备包括:通过使用在所述掩模中形成的相位结构来确

定在所述衬底上成像的特征的最大宽度的装置；用于识别所述目标图案中包含的具有等于或者小于所述最大宽度的宽度的所有特征的装置；用于从所述目标图案中抽取宽度等于或者小于所述最大宽度的所有特征的装置；用于在所述掩模中对应于宽度等于或小于所述最大宽度的所有特征而形成相位结构的装置；以及用于在所述掩模中为宽度等于或小于所述最大宽度的所有特征形成不透明的结构的装置。

尽管在该文本中，本发明使用了 IC 制造中的具体参考依据，但应该明确理解的是，本发明还具有许多其他可能的应用。例如它可以被应用于制造集成光学系统、用于磁畴存储器的导槽和检测图案、液晶显示面板、薄膜磁头等等。本领域普通技术人员可以理解的是，此类可供选择的应用的范围内，文本中的术语“光刻掩遮模(reticle)”、“晶圆(wafer)”或者“芯片(die)”应该被认为是分别用更一般的术语“掩模(mask)”、“衬底(substrate)”和“目标部分(target portion)”做了替换。

在本文件中，术语“辐射”和“束”用来包含所有类型的电磁辐射，包括紫外线（例如波长为 365.248, 193, 157 或者 126 纳米）和极紫外辐射 EUV（极端的紫外辐射，例如波长在 5—20 纳米范围内）。

本文本中采用的术语掩模可以被广义的解释为，可以对应于一个在衬底的一目标部分上生成的图案、向一个具有已形成图案的横截面施加一入射辐射射束的一般的图案形成装置；术语“光阀”也可以被用于本文。除典型的掩模（能透射的或者反射的；二元的，相位移，混和积体，等等）之外，此类其他形成图案的装置的实例包括：

a) 可编程镜像阵列。此类设备的一个实例是一个具有一个粘弹性控制层和一个反射面的可寻址矩阵表面。这样一种装置背后的基本原理是（举例来说）所述反射面的寻址面积将入射光作为衍射光反射，而非寻址面积将入射光作为非衍射光反射。通过使用一种适当的滤光器，可以从所述反射束中将所述非衍射光线滤除，仅仅保留衍射光；用这样的方式，所述光束被根据可寻址矩阵表面的地址图案形成图案。所要求的矩阵寻址可以使用适当的电子装置来执行。有关此类镜像阵列的更多信息可以从例如美国专利 US 5,296,891 和 US 5,523,193 中收集，在这里合并作为参考。

b) 可编程 LCD 阵列。该结构的一种实例在美国专利 US5,229,872 中给定，在这里合并作为参考。

本发明的方法相对于现有技术，提供了极其重要的有益效果。例如，上述为了定义/产生印刷目标图案所使用的掩模而将一目标图案分解为相位结构和不透明的结构的方法，提供一种将所需目标图案转换为掩模图案的



简单的和系统化的过程，从而减少掩模设计需要的时间，同时提高在晶圆上印刷所述设计的精确度。

本发明的其他有益效果将通过对以下本发明的示例性实施例的详细说明，而变得对于本领域中普通技术人员十分清楚明显。

可以参考以下详细说明和附图来更好理解本发明本身以及进一步的目的是和有益效果。

#### 附图说明

图1是示出本发明的一个实施例的示例性的流程图。

图2a - 2c示出三个示例性的图案以及在之后从所述图案中抽取的垂直特征的识别。

图3a - 3c分别相应于在图2a - 2c中示出的图案，并示出从所述图案中提取的水平特征，

图4a - 4c分别示出在图2a - 2c和图3a - 3c中抽取的垂直和水平图案之间交叉的区域。

图5a - 5c分别表示图2a、3a和4a；2b、3b和4b；以及2c、3c和4c中阐明的相应图案所对应的最终掩模设计；

图6a - 6c示出能够减少闪光的各种亚分辨率图案。

图7示出一个镀铬亚分辨率图案和包括180°相位结构的同一图案的透射百分比之间的关系。

图8示意地描述了一种适于使用借助于当前发明设计的掩模的光刻投影装置。

#### 具体实施方式

如下面的更详细说明，本发明的最佳实施例涉及一个用于分解一个所需目标图案（将被印刷在一晶圆上）以便产生一个掩模图案（例如，光刻掩遮模）的过程，该掩膜图案被用来在晶圆/衬底形成图像并在其上产生所述目标图案。根据本发明，要被产生的所述掩模图案使用了CPL技术。因而，所述掩模图案将包括大约100%透射和零相位移的区域；大约100%透射和180°相位移的区域；以及大约0%透射的区域。由于在使用CPL技术时具有这些用于印刷特征的不同类型区域再加上典型掩模的复杂性，掩模

设计可能是一项困难并且需要大量时间的工作。如下面的详细说明，本发明通过提供一项可以被用于直接地从目标图案产生一掩模图案的简单分解处理，减少了生成掩模需要的时间。此外应注意的是，可以使用一种标准 CAD 系统（例如上面提到的那些）来执行本发明的所述方法，这是通过根据以下的说明来编程运行的。

图 1 是一般地示出本发明的掩模生成处理的流程图。如上所述，当使用 CPL 技术时，结果的掩模能够使用例如在所述掩模的光刻掩遮模中形成的相位边缘或相位移印刷特征（即，无铬），并能够使用所述掩模中包含的至少部分镀铬结构印刷特征。参照图 1，在所述处理中的第一步骤（即步骤 11）是确定可以使用相位结构（即，无铬）印刷的特征的最大宽度。换句话说，需要定义特征宽度，且需要以这个宽度结合镀铬的使用在晶圆上精确地再现所述特征。该最大宽度可以基于成像系统参数，例如但不限于波长、镜口率、照明和晶圆分档器条件确定，所述最大宽度是由已知的方法例如使用一种空间像模拟器来确定。具体来讲，通过使用一种空间像模拟器可以确定所述图像在相位结构的什么宽度开始降低。最大宽度将被设置为小于该降低点，所述最大宽度还可以基于所需图案内的临界特征的定义来确定，例如最小特征尺寸、最小间距和最大作业周期。为了基于临界特征确定所述最大宽度，最大相位尺寸被设定以使所有临界最小特征属于所述相位区域。然后，利用该宽度，提供该相位尺寸宽度的可接受成像结果的照明设置被确定。这还可以使用一空间像模拟器来执行。换句话说，固定照明并确定最大宽度，或者根据所述临界几何尺寸固定最大宽度，然后确定需要的照明。因此，在步骤 11 中，可以使用相位移技术印刷的特征的最大宽度被确定。任何超过该宽度的特征必须使用镀铬来进行所述晶圆上的适当成像。

接下来在步骤 12 中，检验所述目标图案，识别并从原始设计中抽取出所有等于或者小于所述最大宽度的垂直分量 / 特征。图 2a - 2c 示出三个示例性的图案以及在之后从所述图案中抽取的垂直特征的识别。如图 2a - 2c 的每一个中所示，垂直特征 21 相应于等于或小于步骤 11 中确定的最大宽度的垂直特征，并因此从原始设计（即目标图案）中抽取出成为一个单独

的图案，被称为图案 A。如图 2b 中所示，超过最大宽度的垂直特征（例如参见，垂直特征 23）没有被抽取出。应注意的是抽取出并被放入图案 A 中的特征能够使用相位结构印刷。应进一步注意的是，一旦被识别出，可以使用通常已知的布尔操作从所述目标图案中抽取出所述垂直特征 21。

类似地，在步骤 13 中，所有等于或者小于最大宽度的水平分量/特征被识别出并从所述目标图案中抽取出。图 3a - 3c 分别相应于图 2a - 2c 中示出的图案。如图 3b - 3c 中的每一个中所示，水平特征 31 相应于等于或小于步骤 11 中确定的最大宽度的水平特征，并因此从原始设计中抽取出成为一个单独的图案，被指示为图案 B。如图 3a - 3c 中所示，超过最大宽度的水平特征（例如参见，水平特征 33）没有被抽取出。应注意的是抽取出并被放入图案 B 中的特征能够使用相位结构印刷。应进一步注意的是，一旦被识别出，可以使用通常已知的布尔操作从所述原始图案中抽取出所述水平特征 31。

处理的下一步骤，即步骤 14，要求识别将要使用相位结构印刷的垂直特征 21 和水平特征 31 之间的交叉部分。如下面进一步的解释，有时需要识别这样的交叉部分，以便控制应用在交叉部分的镀铬的尺寸，使其独立于对其他图案的镀铬应用。在该处理中是一个可选步骤的步骤 14，有时候会被要求，以便保证交叉部分被正确地印刷在所述衬底上（即线没有中断）。交叉部分的识别执行如下。首先，图案 A 中包含的垂直特征，在每一特征的两头沿垂直方向长度增加。其次，图案 B 中包含的水平特征，在每一特征的两头沿水平方向长度增加。图案 A 和 B 中包含的垂直与水平特征的尺寸增大对于确保正确地识别交叉部分是十分必要的。例如，假定一个“L”形特征，当抽取该特征的垂直部分（或者水平部分）时，还成为交叉部分的一部分的垂直特征部分被丢失（即没有抽取出）。通过将垂直特征的长度延长某一预定量，属于交叉部分的垂直特征部分被重新捕获。以上所述对水平特征是一样的。应注意的是垂直与水平特征最好都延长相同的量。需进一步注意的是，关于增加量的一般规则是最大相位宽度的两倍。

接下来，一旦延长了图案 A 中的垂直特征和图案 B 中的水平特征，使用图案 A 和图案 B 执行布尔“AND”操作，其结果（被称为图案 C）识别

出要使用相位结构印刷的垂直特征和水平特征之间的交叉部分。分别在图 4a-4c 中示出对图 2a-2c 和图 3a-3c 中示出的示例性图案进行该操作的结果。更具体地说, 参照图 4a, 没有识别出交叉部分, 因为图 3a 中示出的相应水平图案不具有任何要使用相位结构印刷的水平特征。图 4b 和 4c 中的附图标记 41 示出分别在图 2b 和 3b 以及图 2c 和 3c 中识别出的垂直与水平特征之间的交叉部分。应注意的是, 在将交叉部分与目标图案的其余部分分离之后, 可以对镀铬交叉部分图案应用附加处理, 例如调整大小。

接下来, 一旦执行上述处理, 下一步, 即步骤 15 要求将图案分解为相位区域(例如 100%透射和 180°相位移)和不透明区(例如零透射)。应注意的是上述关于相位区域的要求仅仅是示例性的, 也可以使用其他适于印刷所述相位结构的条件。例如, 所述方法可以使用 25%透射, 或者 50%透射, 或者在所述光掩模上提供多次透射。对于分解, 首先, 通过对图案 A 和图案 B 执行布尔操作“OR”, 以定义相位图案。操作“OR”的结果(称为图案 D)是一个包含仅仅使用相位结构印刷(即没有镀铬)的垂直与水平特征的图案。其次, 通过从原始图案减去图案 D 和图案 C, 识别出不使用相位结构印刷以及垂直与水平相位结构之间没有交叉部分的原始图案的部分。被称为图案 E 的结果图案, 可以通过执行以下布尔运算获得: 图案 E = “原始图案” - (图案 C“OR”图案 D)。这样, 图案 E 指出将使用掩模上的零透射特征(即镀铬特征)印刷的图案的那些部分。

因此, 一旦上述步骤完成, 就定义了所述掩模的以下三个不同部分:

(1) 图案 D -使用相位结构印刷的垂直与水平特征, (2) 图案 C -使用不透明的结构(即零透射结构)印刷的垂直与水平特征的之间的交叉部分以及(3) 图案 E -原始设计中包含的而没有包含在图案 C 或者 D 中的所有其他特征。应注意的是图案 C 和图案 E 可以被合并成单一图案, 这样每一图案中包含的所有特征都使用一个不透明的特征印刷(即零透射)。图案 C 和 E 的组合图称为图案 F。

在最后的步骤中, 上述图案被用于产生被用来在衬底上形成所需图案的图像的掩模。更具体地说, 图案 D 和图案 F 通过使用布尔操作“AND”, 合并以形成单一掩模。参照表示分别与图 2a、3a 和 4a; 2b、3b 和 4b; 以

及 2c、3c 和 4c 中示出的相应图案的对应最终掩模设计的图 5a - 5c，最终掩模包含用于印刷具有适于使用相位结构印刷的宽度的垂直与水平分量的相位结构 51，和用于不适于使用相位结构印刷的印刷分量的不透明的结构 53，以及使用不透明的结构印刷的垂直与水平分量之间的交叉部分。在所述示例性的实施例中，图 5c 中的掩模中包含的本底（background）区域 55 被定义为 100%透射和 0°相位移，所述相特征 51 被定义为 100%透射和 180°相位移，而所述不透明的结构 53 被定义为 0%透射。应注意的是所述掩模的背景部分结合相位结构 51 操作，以便印刷图案 D 中示出的垂直与水平分量。应进一步注意的是，本发明的上述方法不限于上面阐述的具体透射和相位移特征。很明显，对上述发生变动也是可以的。

还可以结合本发明的所述方法使用光学接近校正技术或者边缘偏置。例如，可以将散射栅的使用结合到结果掩模设计里。此外，可以在处理中的各步骤将所述散射栅引入所述掩模设计中。按现状，散射栅可以被设置为不透明的散射栅或者相位边缘散射栅。重要必要条件之一是所述散射栅保持亚分辨率。图 5a - 5c 示出结合进最终掩模设计中的示例性的散射栅 57。

如上所述，上述为了定义/产生印刷目标图案所使用的掩模而将一目标图案分解为相位结构相特征和不透明结构的方法，提供了一种简单的和系统化的处理，用于将所需目标图案转换为一掩模图案，减少掩模设计要求的时间，同时提高在晶圆上印刷所述设计的精确度。

本发明的另一方面涉及为减少成像衬底中的“闪光”效应，而对所述掩模图案进行的进一步改进。按现状，“闪光”对应于降低图像平面（即一般是晶圆的表面）上的空间像的有害背景光。然而，闪光效应是大范围的（即一给定点的闪光量取决于已知点周围的一大片范围），因此无法使用传统的 OPC 方法校正。与闪光的原因有关的某些当前理论是：光学系统内的光线散射；空间像的对比度以及未消除的零级光线。应注意的是，影响一具体几何形状的背景光或者闪光是来自所述几何形状周围的一大片区域，而不是所述几何形状本身。因此，将图案大范围明亮区域内的能量强度减少 30%，对减少有害的闪光分量具有非常积极的效果。

下面阐述用于从空间像中减少闪光分量的各种方法。在讨论这些方法之前，应注意的是，以下技术将在不包含要被印刷的特征或分量的掩模的大部分上实施。例如，参照图 6a - 6c，将这些图中示出部分之外的掩模的部分实施下列改进。

根据参照图 6a 的第一个方法，将亚分辨率不透明的图案添加到对应于设计中的开放区域（例如，远离任何图案几何形状 200 纳米以上的区域）部分的掩模图案。如这些图中所示，填充了开放空间 25% 的镀铬特征 61 的棋盘状图案起了作用，将这些区域面积中的强度减少至大约为入射光强度的 82%。在第二种方法中，如图 6b 中所示，将一种具有 180° 相位移特征的棋盘状图案 63 添加到开孔区域，所述 180° 相位移特征 63 填充了开放空间的 25%。该图案起作用，可以将该区域面积中的强度减少到大约是入射光强度的 35%。在第三种方法中，如图 6c 中所示，将一种具有 120° 相位移特征的棋盘状图案 65 添加到开放区域，所述 120° 相位移特征 65 填充了开放空间的 25%。该图案可以将该区域面积中的强度减少到大约是入射光强度的 75%。应注意的是，大区域面积上的能量强度直接地取决于填充在所述闪光减少图案中的百分比。

图 7 示出镀铬亚分辨率图案以及 180° 相位结构的同一图案的透射百分比之间的关系。如所示的那样，当镀铬图案透射 50% 的入射光时，180° 相位移的同一图案，100% 传输特征将具有零强度。

应进一步注意的是，上述棋盘状图案和相位移量或者镀铬的使用仅仅是示例性的。可以执行对上文的变动，直到获得所要求的闪光减少量。例如，可允许的图案可以包括，但是不局限于：线条 / 空间图案，矩形棋盘，交替的水平和垂直线条，确认线条 / 空间图案等等。重要特征是闪光减少图案中包含的特征保持亚分辨率。

图 8 示意地描述了一种适于使用借助于当前发明设计的掩模的光刻投影装置。所述装置包括：

— 辐射系统 Ex, IL，用于提供—辐射投影束 PB。在此具体实例中，所述辐射系统还包括—辐射源 LA；

— 一个第一对象平台（掩模平台）MT，装备有一个用于承载—掩模 MA

(例如一光刻掩遮模)的掩模承载器,并连接到根据 PL 项精确放置所述掩模的第一定位装置;

一个第二对象平台(衬底平台)WT,装备有一个用于承载一衬底 W (例如一个镀有防腐蚀涂层的硅片)的衬底承载器,并连接到根据项 PL 精确放置所述衬底的第二定位装置;

一投影系统(“透镜”)PL(例如折射的、反射的或者反折射的光学系统),用于在所述衬底 W 的一目标部分 C(例如包括一个或多个芯片)上形成掩模 MA 的辐射部分的图像。

如此处描述的,所述装置是透射类型的(即具有一透射的掩模)。然而举例来说,通常它还可以是反射类型的(用一反射的掩模)。替换地,所述装置还可以采用另一种类的图案形成装置,作为掩模使用的替换物;实例包括可编程镜像阵列或者 LCD 矩阵。

所述光源 LA(例如一汞灯、准分子激光器或者等离子体放电源)产生一射束。举例来说,该束被直接地或者在横截限定装置,例如一射束扩展器 Ex,之后输入一个照明系统(照明设备)IL。所述照明设备 IL 可以包括调节装置 AM,用于设定所述束中强度分布的外部和/或内部的半径范围(通常地被分别称为 $\sigma$ -外部的和 $\sigma$ -内部的)。此外,它一般将包括各种其他组件,例如一个积分器 IN 和一个聚光镜 CO。以这种方式,射在所述掩模 MA 上的所述束 PB 在其横截面具有期望的均匀性和强度分布。

对于图 8 应当指出的是,光源 LA 可以在所述光刻投影装置的外壳之内(例如当所述源 LA 是汞灯时,通常就是这样),但是它也可以远离所述光刻投影装置,它产生的辐射束被引导到所述装置(例如借助于适当的导引镜);后一方案经常是在所述光源 LA 是一个准分子激光器(例如基于 KrF, ArF 或者 F<sub>2</sub> 发射激光)的情况。当前发明包含这两个方案。

随后所述射束 PB 截断所述掩模 MA,所述掩模 MA 置于掩模平台 MT。横向穿过掩模 MA 之后,所述射束 PB 透过透镜 PL,所述透镜 PL 将所述射束 PB 聚焦在所述衬底 W 的一目标部分 C 上。借助于所述第二定位装置(和干涉量度测量装置 IF),所述衬底平台 WT 可以精确地移动,以便确定射束 PB 的路线中定位不同的目标部分 C 的位置。类似地所述第一

定位装置可用于根据束 PB 的路线精确地定位掩模 MA，例如在从一掩模库中机器检索所述掩模 MA 之后，或者在一次扫描期间。一般来讲，所述对象平台 MT、WT 的移动将借助于长行程模块（粗调定位）以及短行程模块（精调定位）来实现，这在图 8 中没有明确地描述。然而，就一晶圆分档器（与步进和扫描工具相反）来说，所述掩模平台 MT 可以仅仅与一短行程动臂机构连接，或可被固定。

所述工具可以两种不同的模式使用：

在步进模式中，所述掩模平台 MT 实质上是保持静止的，并且全部的掩模图像是在一目标部分 C 上一次投射的（即单一“闪光”）。然后所述衬底平台 WT 被沿 X 和/或 Y 轴方向移动，以通过光束 PB 辐射不同的目标部分 C；

在扫描模式中，实质上应用了相同的方案，只是没有以单一“闪光”曝光给定目标部分 C。作为代替的是，所述掩模平台 MT 是可以沿一给定方向（所谓的“扫描方向”，例如 Y 轴方向）以一速度  $v$  移动的，以使得投影束 PB 在一掩模图像上方扫描；同时，所述衬底平台 WT 同时沿相同的或者相反的方向以一速度  $V=Mv$  移动，其中  $M$  是透镜 PL 的放大倍率（一般为  $1/4$  或者  $1/5$ ）。用这样的方式，可以曝光相对大的目标部分 C，而不会损害分辨率。

尽管已经公开了本发明的某些具体实施例，但应注意的是，本发明可以以其他形式实施而不会脱离其精神上或者本质的特征。因此从各方面来说都应当前实施例认为是例证性的而非限制性的，本发明的范围由所附加的权利要求书表明，因此所有属于该权利要求书的等效范围和意义内的改变都应包括在其中。



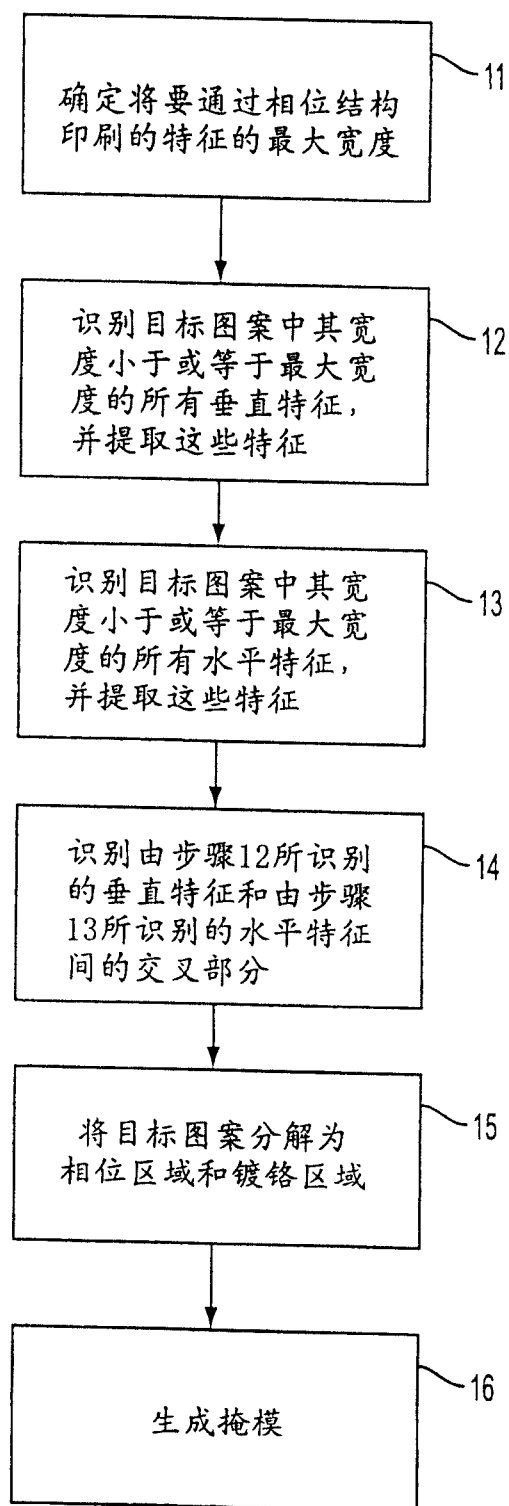


图 1

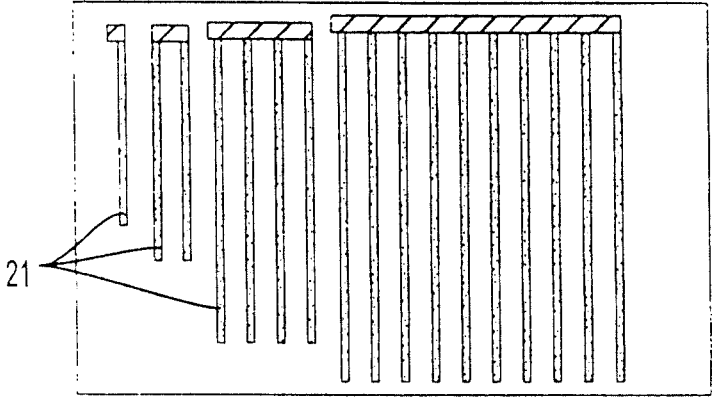


图 2a

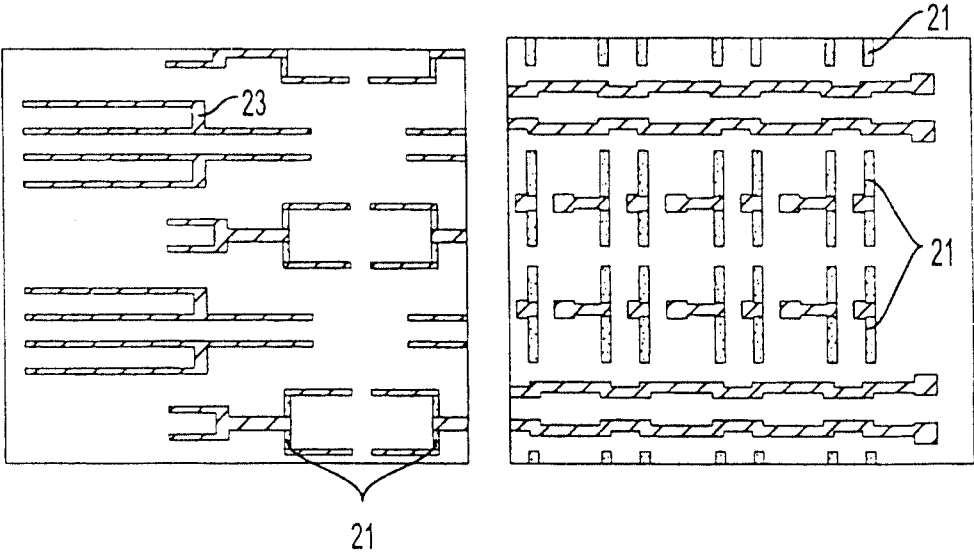


图 2b

图 2c

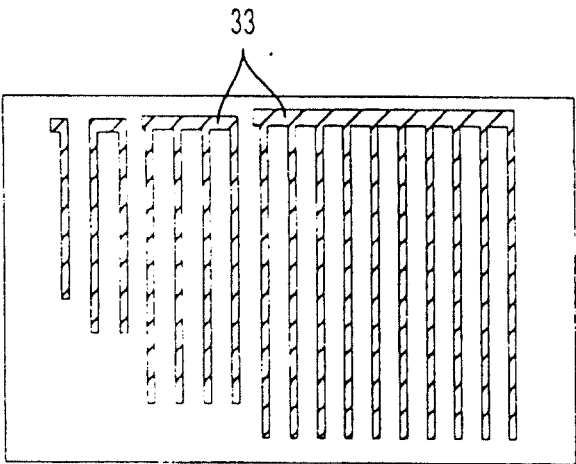


图 3a

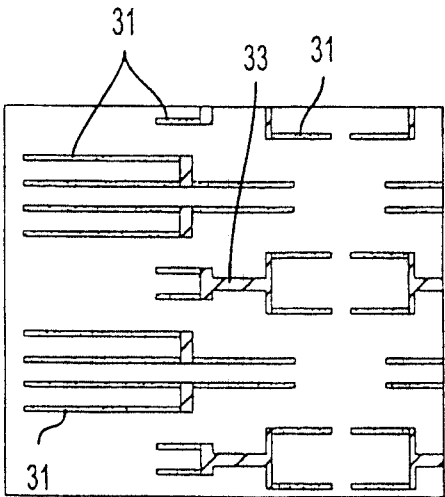


图 3b

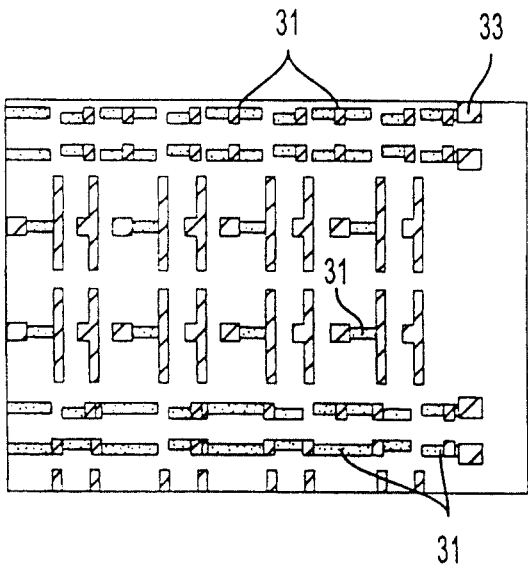


图 3c

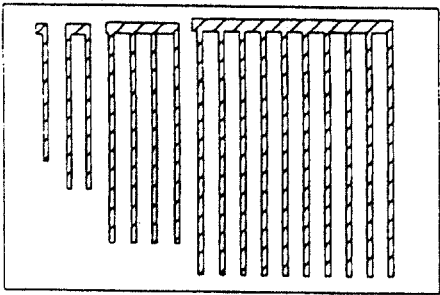


图 4a

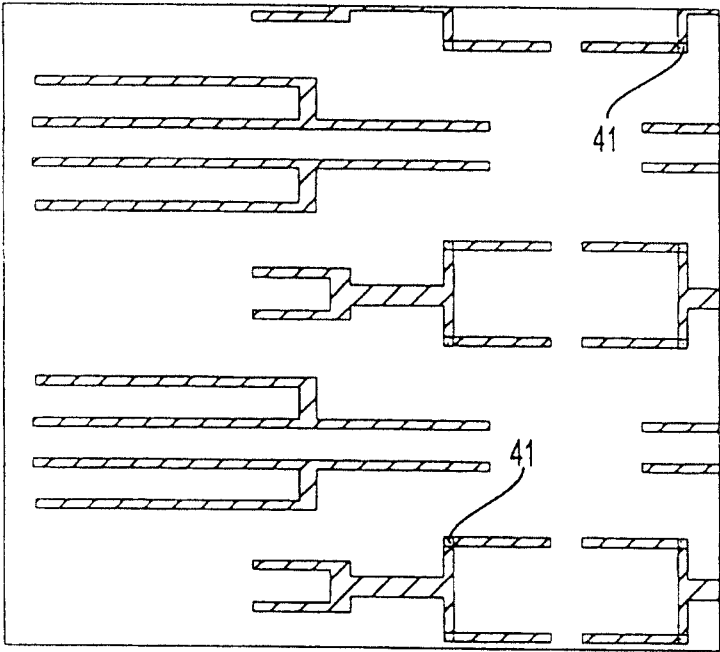


图 4b

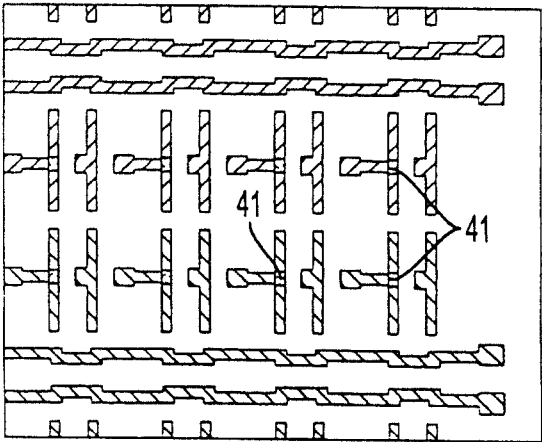


图 4c

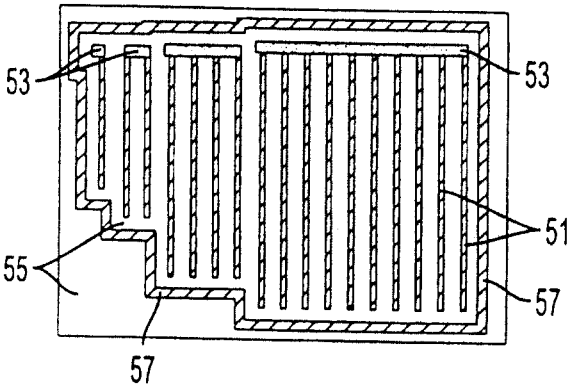


图 5a

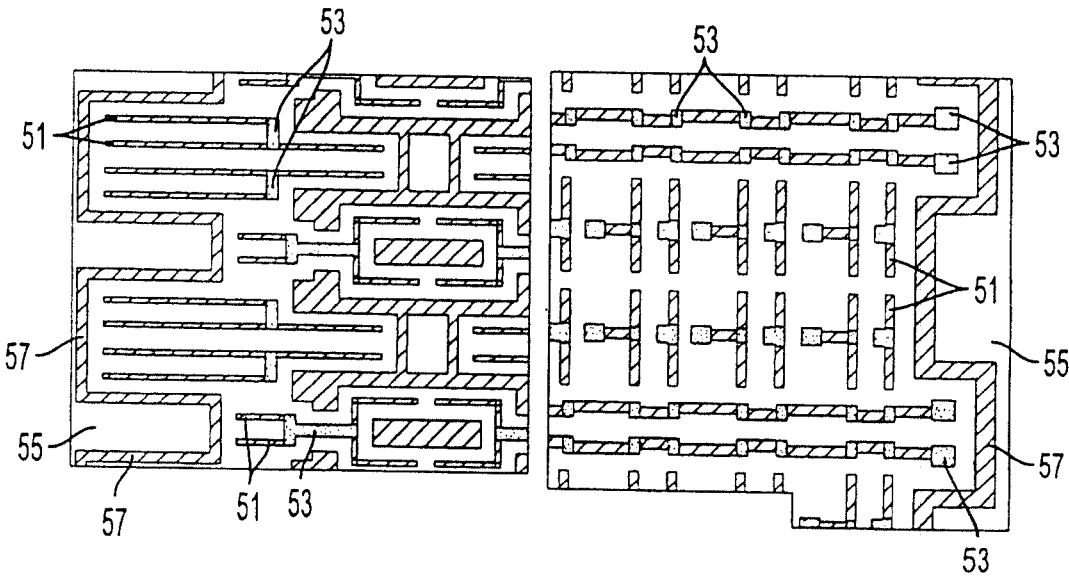


图 5b

图 5c

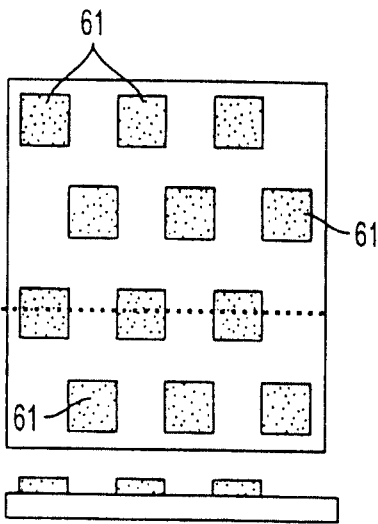


图 6a

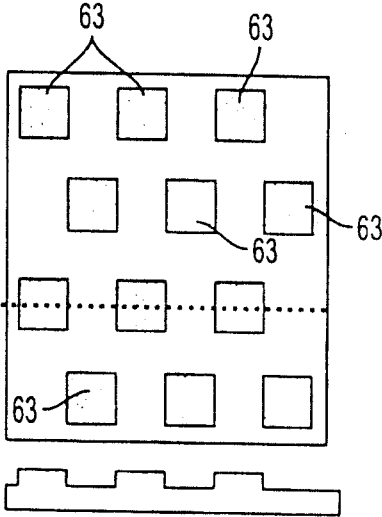


图 6b

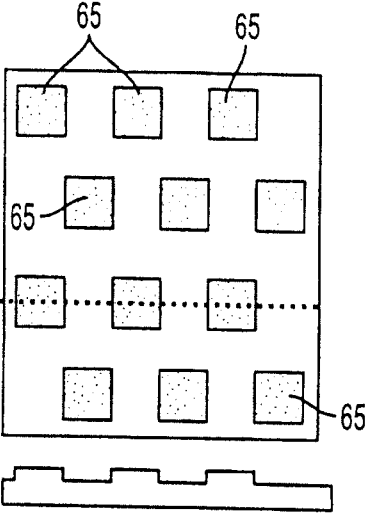


图 6c

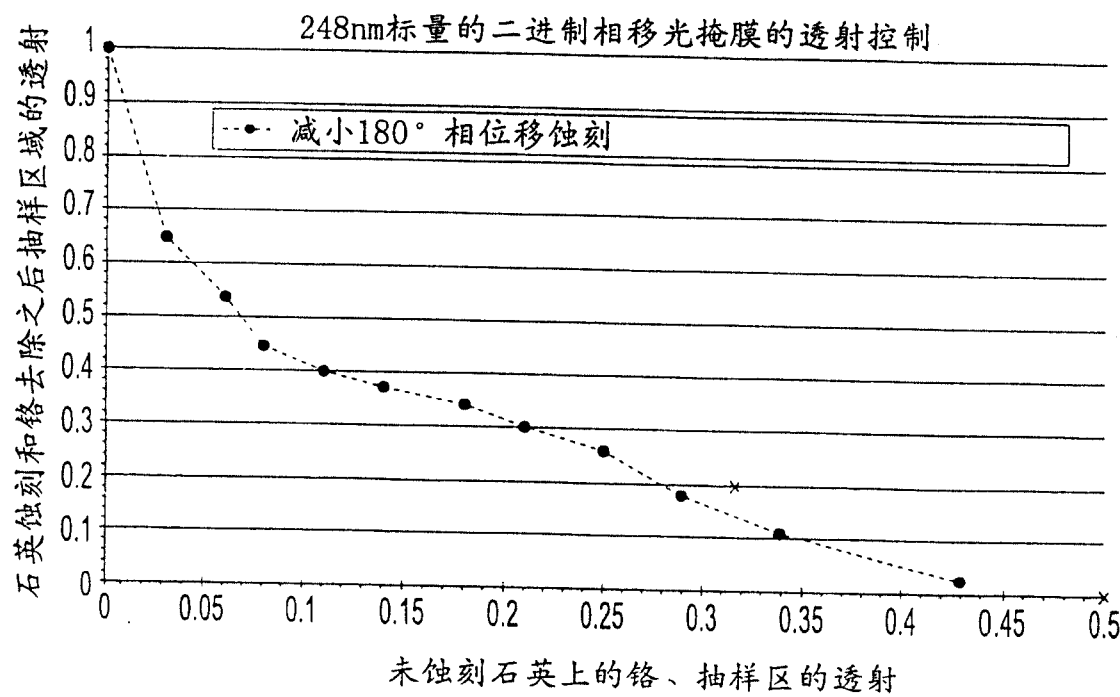


图 7

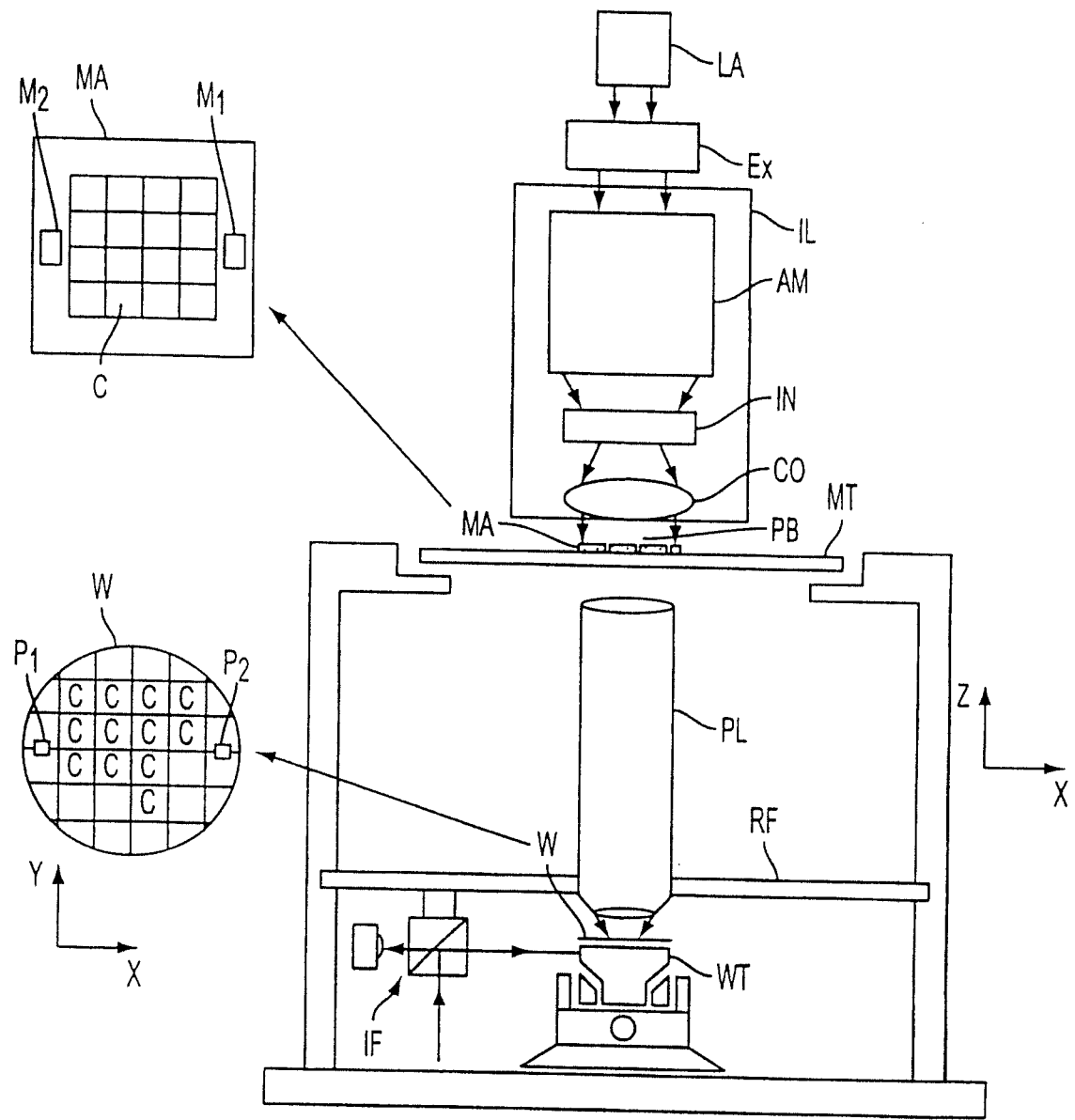


图 8