

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G03F 7/20

G06F 17/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410036874.9

[43] 公开日 2004年10月20日

[11] 公开号 CN 1538245A

[22] 申请日 2004.4.16

[21] 申请号 200410036874.9

[30] 优先权

[32] 2003.4.17 [33] EP [31] 03252474.6

[71] 申请人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

[72] 发明人 J·M·T·A·阿德里恩斯

M·H·M·比姆斯

E·A·F·范德帕斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

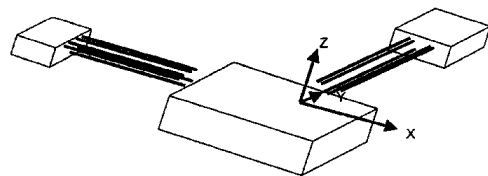
代理人 程天正 张志醒

权利要求书2页 说明书9页 附图2页

[54] 发明名称 平板印刷设备、器件制造方法和计算机程序

[57] 摘要

在干涉位移测量系统中，对光束切变进行修正。该修正可以是与测量光束穿过的光学路径长度以及测量镜的角成比例的变量的多项式。该修正补偿了由测量光束波前的非平面性造成的误差。



ISSN 1008-4274

1. 一种平板印刷投影设备，包括：
辐射系统，用于提供辐射的投影光束；
支撑结构，用于支撑构图装置，该构图装置用于根据期望的图形
5 来构图投影光束；
基板台，用于保持基板；
投影系统，用于将被构图的光束投影到基板的目标部分上；
干涉位移测量系统，用于测量所述设备的可移动部件的位移且包
括将传感器的测量与所述可移动部件位移相关的模型，其特征在于：
10 所述模型包含至少一个修正项，该修正项是表示干涉位移测量系
统的测量光束的光束切变的变量的函数。
2. 根据权利要求 1 的设备，其中所述测量光束穿过所述干涉位
移测量系统的固定部分与固定于所述可移动部件的测量镜之间的光学
路径，且表示光束切变的所述变量与下述其中至少之一、且优选全部
15 成比例：
所述光学路径的长度；
由所述测量光束构成的所述光学路径的通路数目；
所述测量光束与所述测量镜的法线之间的角。
3. 根据权利要求 1 或 2 的设备，其中所述模型包括修正项，该
20 修正项是表示至少两个正交方向上的光束切变的变量的函数。
4. 根据权利要求 1、2 或 3 的设备，其中所述修正项为表示光束
切变的所述变量的多项式。
5. 根据权利要求 4 的设备，其中所述多项式至少为二次。
6. 根据前述权利要求的任意一项的设备，其中所述干涉测量系
25 统适合于测量在两个线性自由度上的位移，且所述模型包括每个所述
线性自由度的相应的修正项。
7. 根据前述权利要求的任意一项的设备，其中由所述干涉位移
测量系统测量其位移的所述可移动部件是用于支撑构图装置和所述基
板台的所述支撑结构之一。
30 8. 一种利用平板印刷投影设备的器件制造方法，该方法包括下
述步骤：
提供基板，该基板至少部分地被一个辐射敏感材料层所覆盖；

- 利用辐射系统提供辐射的投影光束；
利用构图装置来给投影光束在其横截面赋予图形；
将辐射的已构图光束投影到辐射敏感材料层的目标部分上；和
利用干涉位移测量系统测量所述平板印刷投影设备的可移动部件
5 的位移，所述测量系统包括使传感器测量与所述可移动部件的位移相
关的模型；其特征在于：

所述模型包括至少一个修正项，该修正项是表示干涉位移测量系
统的测量光束的光束切变的变量的函数。

9. 一种包括程序代码装置的计算机程序，当被在计算机系统上
10 执行时，其指示计算机系统根据干涉位移测量系统的传感器测量计算
平板印刷投影设备中的可移动对象的位移，其特征在于：所述程序包
括代码装置，该代码装置用于

计算至少一个修正项，该修正项是表示干涉位移测量系统的测量
光束的光束切变的变量的函数。

- 15 10. 一种校准用于测量平板印刷投影设备中的可移动对象的位
移的干涉仪的方法，该方法包括下述步骤：

确定作为级旋度和级位置的函数的位移；和

利用至少平方拟合确定干涉仪模型参数，包括依赖于表示测量光
束的光束切变的变量的项的系数。

平板印刷设备、器件制造方法和计算机程序

技术领域

- 5 本发明涉及一种平板印刷投影设备，该设备包括：
用于提供辐射的投影光束的辐射系统；
用于支撑构图装置的支撑结构，该构图装置用于根据期望的图形
构图投影光束；
用于保持基板的基板台；
10 用于将构图的光束投影到基板的目标部分的投影系统；和
干涉位移测量系统，用于测量所述设备的可移动部件的位移且包
括使传感器测量与所述可移动部件位移相关的模型。

背景技术

- 15 这里采用的术语“构图装置”应该广义地解释为可以用于将相应
于要在基板的目标部分中创建的图形的构图的横截面赋予入射辐射光
束的装置，在上下文中也可以使用术语“光阀”。通常，所述图形相
应于要在目标部分中创建的器件中的特定功能层，诸如集成电路或其
它器件（如下）。该构图装置的例子包括：

- 20 -掩模。掩模概念在平板印刷中是公知的，且其包括诸如二元交替
相移和减弱相移的掩模类型以及各种混合掩模类型。将这种掩模放置
在辐射光束中，根据掩模上的图形，使射在掩模上的辐射的选择性地
透射（在透射式掩模中）或反射（在反射式掩模中）。在掩模的情况
中，支撑结构通常会为掩模台，其确保掩模可以保持在入射的辐射光
束中的期望的位置，且如果需要，掩模可以相对于光束移动。

- 25 可编程镜阵列。这种器件的一个例子是具有粘弹性控制层和反射
表面的矩阵可寻址表面。支持这种设备的基本原理是（例如）反射表
面的寻址表面将入射光反射成衍射光，而未寻址的表面将入射光反射
为非衍射光。利用适当的滤光器，所述非衍射光可以从反射光束中滤
掉，仅留下衍射光；以这种方式，光束根据矩阵可寻址表面的寻址图
30 形被构图。可编程镜阵列的一个选择的实施例采用微小镜的矩阵布
置，通过施加合适的局部化电场或采用压电激励装置，每一微小镜可
以独立地关于轴倾斜。再一次，镜为矩阵可寻址，以便于寻址镜将进

来的辐射光束以不同的方向反射到未寻址镜，以这种方式，根据矩阵可寻址镜的寻址图形构图反射的光束。可以利用合适的电子装置进行需要的矩阵寻址。在上述的两种情形中，构图装置可以包括一个或多个可编程镜阵列。可以收集更多的关于镜阵列的信息作为参考，例如
5 美国专利 US5, 296, 891 和 US5, 523, 193 以及 PCT 专利申请 W098/38597 和 W098/33096，这里将其引入以作参考。在可编程镜阵列中，所述支撑结构可以体现为框架或台，例如，根据需要可以是固定的或可移动的。

-可编程 LCD 阵列。这种结构的一个例子在美国专利 US5, 229, 872
10 种给出，这里将其并入以作参考。如上，在这种情况下中的支撑结构可以体现为框架或台，例如，其可以根据需要为固定的或可移动的。

为了简便，本文中的其余部分在特定场所其自身具体涉及包括掩模和掩模台的例子；然而，在该实例中讨论的一般原理应该参见如上面所阐述的构图装置的更广泛的涵义。

例如，在集成电路（IC）制造中可以使用平板印刷投影设备。在该情形中，构图装置可以产生相应于 IC 单独层的电路图形，且该图形可以映像到已经用辐射敏感材料（抗蚀剂）涂覆的衬底（硅晶片）上的目标部分（包括一个或多个管芯）上。通常，单个晶片会包含相邻目标部分的整个网络，相邻目标部分经由投影系统相继一次一个地被
20 照射。在当前的设备中，通过掩模台上的掩模采用构图，在两个不同类型的机器之间作区分。在一种类型的平板印刷投影设备，通过一次性曝光目标部分上的整个掩模图形来辐射每个目标部分；该设备通常被称之为晶片分档器。在通常被称之为步进和扫描设备的选择的设备中，通过渐进地在给定参考方向（“扫描”方向）上扫描投影光束下
25 的掩模图形同时同步地扫描平行或反平行于该方向的衬底台来照射每一目标部分；因为，通常投影系统会具有放大因数 M （通常 < 1 ），扫描衬底台的速度 V 是扫描掩模台的速度的因数 M 倍。可以收集关于平板印刷器件的更多信息，例如，US6, 046, 792，将其并入以作参考。

在利用平板印刷投影设备的制造工艺中，图形（例如掩模中的）
30 映像到至少部分地由辐射敏感材料（抗蚀剂）层覆盖的衬底上。在该映像步骤之前，衬底经历各种工序，诸如涂底漆、抗蚀剂涂覆和软烘焙。在曝光之后，衬底可以受其它工序，诸如柱式曝光烘焙（PEB）、

显影、硬烘焙和映像特征的测量和检验。该工序排列用作构图器件单独层的基础，例如 IC。该构图层然后经受各种处理，诸如蚀刻、离子注入（掺杂）、金属化、氧化、化学机械抛光等，所有这些处理旨在完成单独的层。如果需要几层，则对每一新的层重复整个工序或其变形。最后，器件阵列会呈现在衬底（晶片）上。然后通过诸如切割或锯技术将这些器件彼此分开，由此将单独的器件安装在载带上、连接到管脚等。可以获得关于该工艺的更多信息，例如，1997年 McGraw Hill Publishing Co., Peter van Zant 的书“Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing”的第三版，

5
10

为了简化，以后投影系统被称之为“透镜”，然而，这一术语应该被广义地解释为包括各种类型的投影系统，例如包括折射光学器件、反射光学器件和反射折射系统。该辐射系统还包括根据对准、成形或控制辐射投影光束的这些设计类型的任意一种而工作的部件，且下面还可以将这些部件共同地且特别地称为“透镜”。此外，平板印刷设备可以是具有两个或多个基板台（和/或两个或多个掩模台）的类型。在这种“多级”器件中，附加的台可以平行使用，或在一个或多个台上执行预备步骤而一个或多个其他台用于曝光。例如在 US5,969,441 和 W098/40791 中描述的双级平版印刷设备，将其并入以

15
20

为了将用于形成器件层的图形精确地印刷在形成于基板上的在先层的顶上，必须知道整个曝光工艺中掩模（或构图装置）和基板的位置。为了这一目的，在许多公知的平板印刷设备中，利用干涉仪系统连续不断地测量掩模和基板台的位移。这种系统的一个例子在

25
30

M. A. van den Brink 等于 1992 年 3 月在 San Jose, California USA 的 SPIE Symposium on Microlithography 提出的“Overlay and Field by Field Leveling in Wafer Steppers using an Advanced Metrology System”中公开。这里描述的六个自由度的干涉仪系统使用双路径干涉仪和大光束尺寸，以便于即使如果由当固定在基板台上的测量镜旋转时改变其角度而引起的干涉仪的未对准发生，在测量和参考光束之间保留充足的重叠。基于简化的理论，假定平坦且平行的波前，这一目的是由于测量镜倾斜导致的光束切变（beamshear）的影响不影

响位移测量的结果，——信号电平减小而没有相移。然而，本发明已确定在这种测量系统中，测量镜的倾斜影响测量的位移，例如由于波前弯曲。

发明内容

- 5 本发明的一个目的是提供一种干涉位移测量系统，在其中除去或改善镜倾斜的影响。

根据本发明，在如开始段落详细描述的平板印刷设备中获得这个和其他目的，其特征在于所述模型包含至少一个修正项，该修正项是表示干涉位移测量系统的测量光束的光束切变的变量的函数。

- 10 本发明已确定，即使对受测量镜倾斜影响的干涉仪中的位置或位移测量采用公知的布置，当测量镜没有精确地垂直于测量光束时会引入显著的误差。在商用的平面镜干涉仪中，使用角隅棱镜将测量光束在测量路径上传送两次，来防止测量光束的波前倾斜。补偿由于干涉仪轴与反射镜不垂直的几何误差的公知模型是基于假定平面且平行的波前的简化理论。如果光束切变发生，与平面的任何偏离，例如由于
15 光束指向上的误差或在一维或二维上不对称的光束弯曲，会导致定位误差。因此，根据本发明，将一个修正以依赖于光束切变的一个或多个修正项的形式引入干涉仪模型中，这是测量镜倾斜的影响。

- 在优选的实施例中，修正项是变量的函数，该变量与干涉仪的固定部分与测量镜之间的光学路径长度、由测量光束构成的那一路径的
20 通路数量以及测量光束与测量镜之间的角的至少一个、优选全部成比例。在该方法中，变量表示测量与参考光束的偏移，其中测量与参考光束干涉并精确表征误差。

- 优选地，在两个正交方向上相独立的修正会受影响，因为倾斜导致的误差的原因在不同方向上不相同。同样，修正项优选为多项式，
25 例如为表示光束切变的变量的二次或高次，该光束切变能够在机器最初或定期校准期间使系数容易拟合。

在干涉仪系统测量几个线性自由度的地方，修正优选地在所有的自由度中进行且优选地修正考虑旋转的自由度与线性测量的偏移。

- 30 根据本发明的另一方案，提供一种使用平版印刷投影设备的器件制造方法，该方法包括：

提供基板，该基板至少部分地被辐射敏感材料层所覆盖；

利用辐射系统提供辐射的投影光束；
利用构图装置来给投影光束在其横截面上赋予图形；
将辐射的已构图的光束投影到辐射敏感材料层的目标部分上；和
利用干涉位移测量系统测量所述平板印刷投影设备的可移动部件
5 的位移，所述测量系统包括使传感器测量与所述可移动部件的位移相
关的模型；

其特征在于：

所述模型包括至少一个修正项，该修正项是表示干涉位移测量系
统的测量光束的光束切变的变量的函数。

10 本发明的又一方案提供一种包括程序代码装置的计算机程序，当
被在计算机系统上执行时，其指示计算机系统根据干涉位移测量系统
的传感器测量计算平板印刷投影设备中的可移动对象的位移，其特征
在于：所述程序包括代码装置，该代码装置用于

15 计算至少一个修正项，该修正项是表示干涉位移测量系统的测量
光束的光束切变的变量的函数。

本发明的计算机程序安装在现有平版印刷的机器上，以及新的
上，以能够使本发明的改进升级。

20 虽然在本文中对 IC 制造中使用的根据本发明的设备作了具体的参
考，应该明确地理解这种设备具有许多其他用途。例如，它可以用于
集成光学系统、磁畴存储器的导向及检测图形、液晶显示板、薄膜磁
头等的制造中。本领域技术人员会理解，在这种选择应用的上下文中，
任意使用的术语“标线”、“晶片”或“管芯”应当被认为分别由更
通用的术语“掩模”、“基板”和“目标部分”替换。

25 在本文献中，术语“辐射”和“光束”用于包含包括紫外线辐射
(例如具有 365、248、193、157 或 126nm 的波长)和 EUV (极限紫外
线辐射，例如具有在 5-20nm 范围内的波长)所有电磁辐射以及诸如离
子光束或电子光束的粒子光束的所有类型。

附图说明

30 仅以实例的形式，参考所附的示意性附图，描述本发明的实施例，
其中：

图 1 示出根据本发明实施例的平板印刷投影设备；

图 2 示出图 1 中设备的基板台以及测量光束在干涉位移测量系统

中的布置;

图 3 示出光束入射在台镜上的图形; 和

图 4、5、6 和 7 示出在干涉仪模型中使用的各种变量的定义。

在附图中, 相应的参考标记表示相应的部分。

5 具体实施方式

图 1 示意性示出根据本发明一个特定实施例的平板印刷投影设备。该设备包括:

辐射系统 Ex、IL, 用于提供辐射 (例如 DUV 辐射) 投影光束 PB, 该系统在特殊的情况中还可以包括辐射源 LA;

10 第一对象台 (掩模台) MT, 其设置有用于保持掩模 MA (例如标线) 的掩模保持架, 并连接于用于将掩模相对于物品 PL 精确定位的第一定位装置;

第二对象台 (基板台) WT, 其设置有用于保持基板 W (例如涂覆抗蚀剂的硅晶片) 的基板保持架, 并连接于用于将基板相对于物品 PL 精
15 确定位的第二定位装置;

投影系统 (“透镜”) PL (例如折射透镜系统), 用于将掩模 MA 的被辐射部分映像到基板 W 的目标部分 C (例如包括一个或多个管芯) 上。

如这里所述, 该设备是透射型的 (例如具有透射式掩模)。然而,
20 通常, 例如还可以是反射型的, (例如具有反射掩模)。选择地, 该设备采用另一种构图装置, 诸如参考上面的可编程镜阵列类型。

源 LA (例如汞灯) 产生辐射光束。直接地或在已经穿过调节装置之后, 例如诸如光束放大器 Ex, 将该光束馈送到照明系统 (照明器) IL 中。照明器 IL 可以包括用于设置光束强度分布的外部和/或内部辐射程度 (通常分别被称为 σ -外部和- σ 内部) 的调节装置 AM。另外,
25 其通常包括各种其他部件, 诸如积分器 IN 和聚光器 CO。在该方法中, 射在掩模 MA 上的光束 PB 在其横截面上具有期望的均匀度和强度分布。

应该注意的是, 关于图 1, 源 LA 可以处在平板投影印刷设备的外壳内 (例如, 像通常当源 LA 为汞灯时的情况), 但是其还可以远离平
30 版印刷投影设备, 将其产生的辐射光束引入该设备中 (例如借助于适合的导向镜), 该后种情形一般为当源 LA 为受激准分子激光器的情况。

本发明和权利要求书包含这两种情形。

光束 PB 随后截断保持在掩模台 MT 上的掩模 MA。穿过该掩模 MA，光束 PB 通过透镜 PL，透镜 PL 将光束 PB 聚焦到基板 W 的目标部分 C 上。借助于第二定位装置（和干涉测量装置 IF），基板台 WT 可以精确地移动，例如以便于将不同的目标部分 C 定位在光束 PB 的路径中。相似地，第一定位装置可以用于关于光束 PB 的路径精确地定位掩模，例如，在掩模 MA 从掩模库中机械检索之后，或在扫描期间。通常，通常借助于长冲程组件（粗定位）和短冲程组件（精定位）来实现对象台 MT、WT 的移动，这两种组件在图 1 中没有明确示出。然而，在晶片分档器（与步进且扫描的设备相对的）的情况下，掩模台 MT 可以精确连接于短冲程螺线管或被固定。

所述的设备可以在两种模式中使用：

1、在步进模式中，掩模台 MT 基本上保持固定，且整个掩模图像一次性地（即单次“闪光（flash）”）被投影到目标部分 C 上。然后在 x 和/或 y 方向上移动基板台 WT，以便使不同的目标部分 C 可以被光束 PB 辐射。

2、在扫描模式中，基本上使用相同的情形，除指定的目标部分 C 不在单次“闪光”中曝光。替换地，掩模台 MT 在给定方向（所谓的“扫面方向”，例如 y 方向）上以速度 v 移动，以便于使投影光束 PB 扫描掩模图像；同时，基板台 WT 在相同或相反的方向以速度 $V=Mv$ 同时移动，其中 M 是透镜 PL 的放大率（一般， $M=1/4$ 或 $1/5$ ）。在这种方式中，可以曝光相对较大的目标部分 C，而不会受分辨率的影响。

图 2 是测量基板台 WT 的位移的干涉仪系统 IF-W 的部分的示意图。示出 X 和 Y 干涉仪 IF-WX、IF-WY，其每一个将三束测量光束射向固定在基板台 WT 侧边的平面镜，为了那种原因其有时被称之为镜块。光束入射在图 3 中示出的图形中的平面镜上。注意，示出六个射束点，因为来自传感器模块中的光束源的每一测量光束射向测量镜以便基本正常地入射在其上，退回的光束经由传感器模块中的角隅棱镜反射回测量镜并最终经由平面镜反射回传感器模块以与参考光束干涉。基板台的运动改变测量光束路径的长度，以便于测量和参考光束重叠的干涉条纹移位。因此通过用固定的检测器计数条纹来推导出位置信号。

测量光束从传感器模块到测量镜构成四种距离通路，以便于将测

量镜运动的效果放大为条纹计数的四倍。同样，角隅棱镜确保返回至传感器模块用于干涉的光束平行与原始的入射光束，而不考虑测量镜的倾斜。因此，基板台的倾斜导致测量光束横向移位，这会导致减小与干涉光束的重叠且因此减小信号电平，但在简化的理论模式中路径长度不改变则无相改变且无定位信号的改变。然而，本发明人已确定由于光束切变引起信号改变，且根据本发明，将在用于将干涉仪系统的条纹计数转换成级位置信息的度量模型、数学模型中考虑该问题。

首先，参考图 4 至 6 给出一些变量定义。这些图示出 X-干涉仪—Y-干涉仪的相应关系。

图 4 示出六个射束点与三个 X 测量轴 X1、X2 和 X3 的关系。每个轴有效地测量两个射束点之间中心线上的测量镜的 X 方向上的位置。这些点相对于投影透镜的光轴 OA 和对准传感器与投影透镜的焦平面 FP 的位置由常数 a_x 、 b_x 和 c_x 限定，如图 5 中所示。相对于称之为旋转点的原点 RP 测量基板台的位置，该原点是光轴 OA 与对准系统或投影系统的焦平面的交叉点。在 x 平面中传感器模块与该点之间的距离为 K_x ，同时基板台的宽度为 k_x 。限定 Y 方向的相应常数。然后，限定基板台在 x 方向上的位置 X，如图 7 中所示。

干涉仪使用平面镜，且由于诸如光束平行误差、1 或 2 维上的不对称光束弯曲以及其他影响的波前非理想性，结合测量光束相对于参考光束的光束切变，干涉仪受纳米区域中的精确度问题的影响。由测量其位置的对象的旋转以及因此测量镜的倾斜引起光束切变。

根据本发明，通过在干涉仪模型中对 X 和 Y 方向添加包含一次、二次或更高次的项的项作为光束切变“BS”的函数来补偿。光束切变是镜角改变（旋转）的结果，而级处在离干涉仪的一定距离 L。在该实施例中，光束切变 BS 与干涉仪到测量镜的光束路径长度呈 4 倍的比例与级角（相对于光束垂直于镜的位置）成倍数的比例且可以是 2 维的。例如，对于 X 干涉仪，由于 R_z 旋转引起的 Y 上的测量光束的切变和由于 R_y 旋转引起的 Z 上的切变在虚（virtual）旋转点周围发生。Y 上的 BS 为大约 $4 \cdot R_z \cdot L$ ，其中 L 是级镜与干涉仪之间的光学路径长度。还可以添加小的内部干涉仪移位项。光束切变还包含用于干涉仪模型中的其他参数。对于 Y 上的光束切变，添加的模型项具有下述形式：

$$A_y \cdot (Y \text{ 上的 BS}) + B_y (Y \text{ 上的 BS})^2 + \text{更高次项。}$$

相似地，还添加 Z 上的项，且对于 Y 干涉仪，相似地对 X 和 Z 上的光束切变进行项添加。

在干涉仪模型校准期间，确定作为级旋转和级位置的函数的位移。可以利用至少平方拟合来校准干涉仪模型参数和光束切变系数，
5 或可以利用在参数估计和/或信号处理领域中公知的估计/计算技术来计算参数和系数。

本发明人已经识别的干涉位移测量系统中的系统故障源是到达传感器的外界光。干涉仪传感器及相关的电子设备适合于检测振荡信号且特别适合于计数当台移动时穿过传感器的条纹，这通过当每一亮条纹通过检测器时检测传感信号的前沿来进行。因此干涉仪相对地对于
10 常数或缓慢变化的背景照明不敏感。然而，本发明人已确定，当使用脉冲辐射源时，条纹计数电子设备受从投影光束散射的光的相对短且亮的闪光干扰。为了解决该问题，在测量光束路径的方便点安置滤光器，最好靠近该传感器。滤光器可以为带通或宽带滤波器以允许测量
15 光束通过而阻止来自投影光束的散射辐射（杂散光）或任何其他源。具有充足强度的任何间歇光源直接或通过荧光能够引起该问题。

虽然上面已经描述了本发明的具体实施例，会理解可以通过不同于所述方式的其他方式来实践本发明。例如，可以在用于测量设备中的掩模台或任何其他可移动部件的位置的干涉仪系统中执行本发明。
20 通常，当光束切变可确定时，本发明可以在单轴干涉仪中使用，或在多轴干涉仪中使用，例如确定 X、Rz、Ry 的 3-轴系统或确定 X、Y、Rz、Rx 和 Ry 的 5-轴系统。该说明书并非旨在限制本发明。

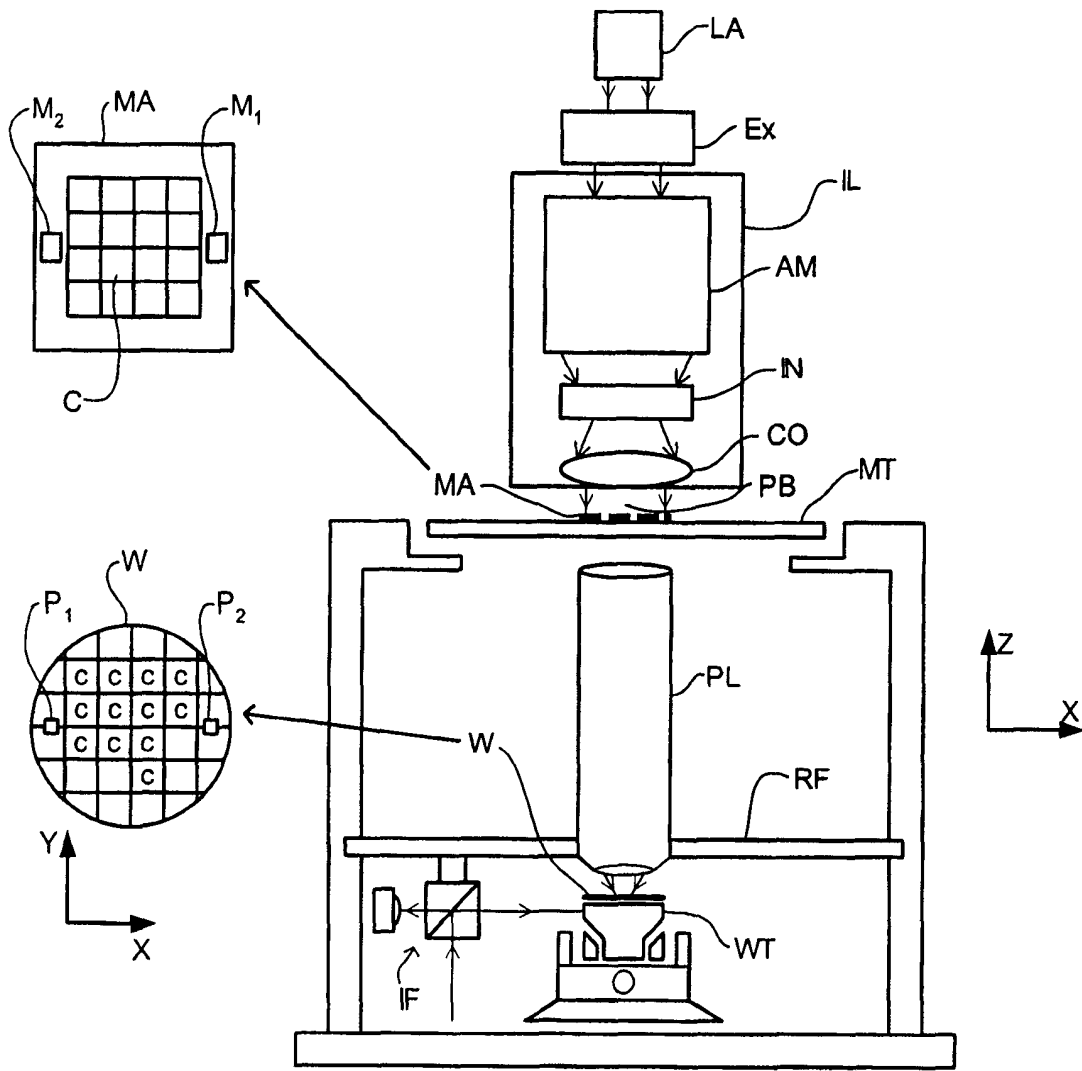


图 1

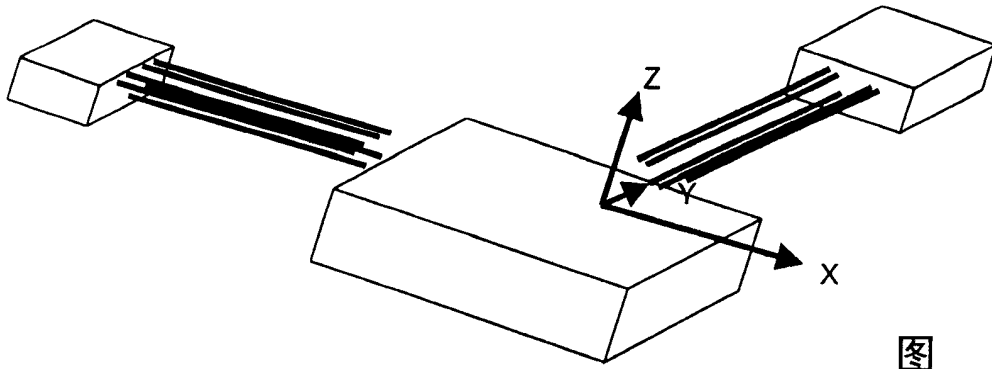


图 2

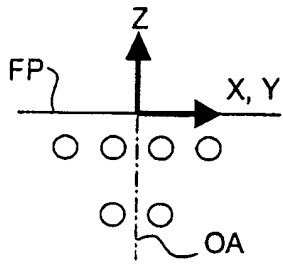


图 3

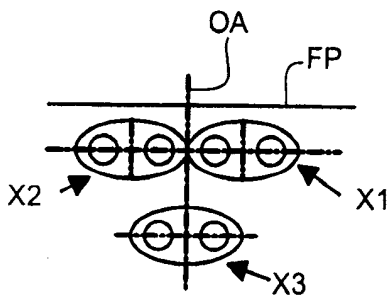


图 4

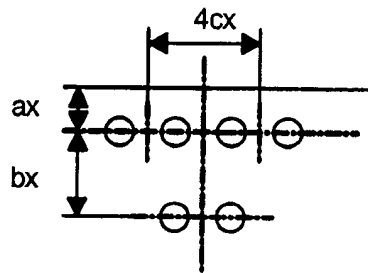


图 5

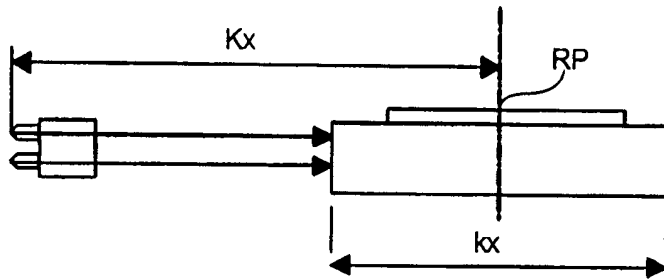


图 6

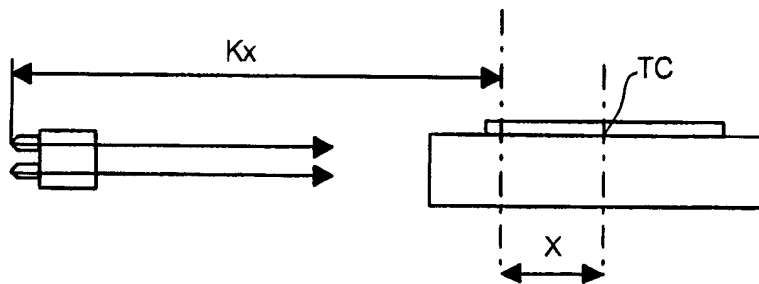


图 7