

[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] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710102990.X

[43] 公开日 2007年11月14日

[11] 公开号 CN 101071276A

[22] 申请日 2007.5.8

[21] 申请号 200710102990.X

[30] 优先权

[32] 2006.5.9 [33] US [31] 11/430,196

[71] 申请人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰费尔德霍芬

[72] 发明人 B·A·J·卢蒂克休斯

H·H·M·科克斯

E·R·卢普斯特拉

E·A·F·范德帕施

H·K·范德舒特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 曾祥交 王小衡

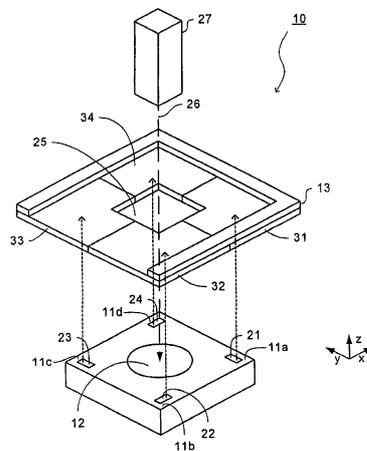
权利要求书6页 说明书31页 附图20页

[54] 发明名称

位移测量系统、光刻设备、位移测量方法和装置制造方法

[57] 摘要

提供了一种具体用于测量光刻设备中衬底台相对于基准标架的位移的位移测量系统。该位移测量系统包括安装到衬底台的多个位移传感器以及与每个位移传感器相关联的、安装到基准标架上的目标。



1. 一种配置为测量部件相对于基准部件的位移的位移测量系统，包括：

5 第一、第二、第三和第四目标，每个目标被安装到所述基准部件上并且被布置使得每个目标的目标表面基本上平行于基准面；以及

第一、第二、第三和第四位移传感器，每个位移传感器被布置成测量所述部件的相应部分相对于相应目标的目标表面的位移；

10 其中所述第一和第三位移传感器被配置为分别测量沿基本上平行于位于所述基准面内的第一方向的方向的所述部件的第一和第三部分相对于所述第一和第三目标的目标表面的位移；以及

所述第二和第四位移传感器被配置为分别测量沿基本上平行于位于所述基准面内的第二方向并且基本上垂直于所述第一方向的方向的所述部件的第二和第四部分相对于所述第二和第四目标的目标表面的位移。

2. 一种光刻设备，包括：

按照权利要求 1 的第一位移测量系统，其中所述部件是被构造为支撑衬底的衬底台，并且其中所述第一位移测量系统被布置成至少
20 至少在将图案转移到所述衬底的过程期间测量所述衬底台相对于基准部件的位移；以及

第二位移测量系统，被布置成在所述将图案转移到所述衬底的过程之前至少在执行所述衬底的一次或多次测量和检查的过程期间测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移，所述第二位移测量系
25 统包括：

第五、第六、第七和第八目标，每个目标被安装到所述基准部件并且被布置使得每个目标的目标表面基本上平行于所述基准面；
以及

所述第一位移测量系统的第一、第二、第三和第四位移传感器；

其中所述第一和第三位移传感器被配置为分别测量沿基本上平行于所述第一方向的方向的所述衬底台的第一和第三部分相对于第五和第七目标的目标表面的位移；以及

5 其中所述第二和第四位移传感器被配置为分别测量沿基本上平行于所述第二方向的方向的所述衬底台的第二和第四部分相对于第六和第八目标的目标表面的位移。

3. 如权利要求 2 所述的光刻设备，其中布置所述第一和第二位移测量系统，使得当所述衬底台从所述第二位移测量系统测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移的计量位置移至所述第一位移测量系统测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移的图案转移位置时，所述第一、第二、第三和第四位移传感器的至少其中三个总是能够测量所述衬底台相对于目标的目标表面的位移。

4. 如权利要求 3 所述的光刻设备，其中在所述衬底台在移动方向向上移动期间分别布置所述第一和第二位移测量系统使得基本上平行于所述基准面的所述衬底台的移动方向上的任何位移传感器对的间距不同于将由所述位移传感器跨越的相邻目标之间的一对边界的所述移动方向上的间距。

5. 如权利要求 2 所述的光刻设备，还包括一个或多个附加目标，每个附加目标被安装到所述第一和第二位移系统的目标之间的所述基准部件上并且使得所述一个或多个附加目标的每一个的目标表面基本上平行于所述基准面，

其中布置所述光刻设备，使得所述衬底台在所述第二位移测量系统测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移的计量位置和所述第一位移测量系统测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移的图案转移位置之间移动期间，所述第一、第二、第三和第四位移测量传感器的至少其中之一被配置为测量所述衬底台的相应部分相对于所述一个或多个附加目标的其中之一目标表面的位移。

6. 如权利要求 2 所述的光刻设备, 还包括:

第二衬底台, 其被构造成支撑衬底, 以及

第五、第六、第七和第八位移传感器, 每个位移传感器被布置成以对应于通过所述第一、第二、第三和第四位移传感器的所述第一衬底台的所述第一、第二、第三和第四部分的测量的方式分别测量所述第二衬底台的相应部分相对于所述第一、第二、第三和第四目标的目标表面的位移, 或者相对于第五、第六、第七和第八目标的目标表面的位移。

7. 如权利要求 2 所述的光刻设备, 还包括第三位移测量系统, 其被布置成在所述衬底台从所述第一位移测量系统测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移的图案转移位置移动到将衬底从所述衬底台卸除的卸载位置的衬底台返回移动的至少一部分期间测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移。

8. 如权利要求 7 所述的光刻设备, 其中所述第三位移测量系统包括至少一个衬底台返回目标, 每个衬底台返回目标被安装到所述基准部件并且被布置使得所述至少一个衬底台返回目标的目标表面基本上平行于所述基准面; 以及

其中所述第一、第二、第三和第四位移测量传感器被布置使得在所述衬底台的衬底台返回移动的至少一部分期间, 所述第一、第二、第三和第四位移测量传感器的至少其中之一能够测量所述衬底台的相应部分相对于所述至少一个衬底台返回目标的其中之一目标表面的位移。

9. 如权利要求 8 所述的光刻设备, 其中所述第一、第二、第三和第四位移传感器的至少其中之一被构造以便于测量沿基本上平行于所述第一和第二方向的方向的所述衬底台的相应部分相对于目标的目标表面的位移。

10. 如权利要求 7 所述的光刻设备, 其中所述第一和第二位移测量系统的目标被安装到计量基准标架上使得所述第一和第二位移

测量系统测量所述衬底台相对于所述计量基准标架的位移，以及所述第三位移测量系统测量所述衬底台相对于所述光刻设备的底座的位移。

11. 如权利要求 10 所述的光刻设备，还包括位置测量系统，其
5 被构造为在完成所述衬底台返回移动之后测量所述衬底台相对于所述基准部件的位置。

12. 如权利要求 11 所述的光刻设备，其中所述位置测量系统被布置成在衬底被装载到所述衬底台的同时测量所述衬底台相对于所述基准部件的位置。

10 13. 如权利要求 7 所述的光刻设备，其中所述第一和第二位移测量系统被构造以便于以比所述第三位移测量系统更高的精度测量所述衬底台相对于所述基准部件的位移。

14. 如权利要求 2 所述的光刻设备，还包括第一和第二基准标架，每个基准标架单独安装到所述基准部件上；

15 其中所述第一、第二、第三和第四目标被安装到所述第一基准标架上，并且所述第五、第六、第七和第八目标被安装到所述第二基准标架上。

15. 如权利要求 2 所述的光刻设备，其中所述基准部件是计量基准标架。

20 16. 如权利要求 1 所述的位移测量系统，其中所述第一、第二、第三和第四位移传感器的至少其中之一还被配置为测量沿基本上平行于第三方向的方向的所述部件的相应部分相对于相应目标表面的位移，所述第三方向基本上垂直于所述第一和第二方向。

25 17. 如权利要求 2 所述的光刻设备，其中所述第一、第二、第三和第四位移传感器的至少其中之一还被配置为测量沿基本上平行于第三方向的方向的所述衬底台的相应部分分别相对于所述第五、第六、第七和第八目标的表面的位移，所述第三方向基本上垂直于所述第一和第二方向。

18. 一种光刻设备, 包括:

衬底台, 其被构造为支撑衬底;

第一位移测量系统, 其被配置为在将图案转移至所述衬底的过程中期间测量所述衬底台相对于基准部件的位移, 所述第一位移测量
5 系统包括安装到所述基准部件的至少一个目标和被配置为测量所述衬底台的至少一部分相对于所述至少一个目标的位移的至少一个位移传感器; 以及

第二位移测量系统, 其被配置为至少在衬底台返回移动的一部分期间测量所述衬底台相对于所述光刻设备的底座的位移, 在所述
10 衬底台返回移动中所述衬底台从可将所述图案转移至所述衬底的位置移至可将衬底自所述衬底台卸除的卸载位置。

19. 如权利要求 18 所述的光刻设备, 其中利用一个或多个隔振支持体将所述基准部件安装到所述光刻设备的底座。

20. 如权利要求 18 所述的光刻设备, 还包括位置测量系统, 其
15 被构造为在完成所述衬底台返回移动之后确定所述衬底台相对于所述基准部件的位置。

21. 如权利要求 20 所述的光刻设备, 其中所述位置测量系统被布置成在衬底被装载到所述衬底台的同时测量所述衬底台相对于所述基准部件的位置。

22. 一种用于测量部件相对于基准部件的位移的方法, 所述方法
20 包括:

利用第一、第二、第三和第四位移传感器分别测量所述部件的相应部分相对于第一、第二、第三和第四目标的目标表面的位移, 所述第一、第二、第三和第四目标被安装到所述基准部件上并且被
25 布置使得所述第一、第二、第三和第四目标的每一个的目标表面基本上平行于基准面;

其中所述第一和第三位移传感器分别测量沿基本上平行于位于所述基准面内的第一方向的方向的所述部件的第一和第三部分相对

于所述第一和第三目标的目标表面的位移；以及

其中所述第二和第四位移传感器分别测量沿基本上平行于位于所述基准面内的第二方向并且基本上垂直于所述第一方向的方向的所述部件的第二和第四部分相对于所述第二和第四目标的目标表面的位移。

5

23. 一种装置制造方法，所述方法包括：

将图案从图案形成装置转移到衬底上，以及

在转移期间利用如权利要求 21 的方法测量支撑所述衬底的衬底台的位移。

10

24. 一种装置制造方法，包括：

将图案从图案形成装置转移到衬底上，在转移期间所述衬底在衬底台上被支撑；

在所述转移期间，利用位移测量系统测量所述衬底台相对于基准部件的位移，所述位移测量系统包括安装到所述基准部件的至少一个目标以及至少一个位移传感器，所述至少一个位移传感器被配置为测量所述衬底台的至少一部分相对于所述至少一个目标的位移；以及

15

至少在衬底台返回移动的一部分期间测量所述衬底台相对于所述光刻设备的底座的位移，在所述衬底台返回移动中所述衬底台从将所述图案转移至所述衬底的位置移至将所述衬底从所述台卸除的位置。

20

位移测量系统、光刻设备、位移测量方法和装置制造方法

5 技术领域

本发明涉及位移测量系统、利用这种系统的光刻设备、位移测量方法和用于制造装置的方法。

背景技术

10 光刻设备是一种将想要的图案施加到衬底、通常为衬底的目标部分上的机器。光刻设备可用于例如集成电路（IC）的制造。在那种情形下，可利用另外被称为掩模或分划板的图案形成装置生成将在IC的单个层上形成的电路图案。该图案可被转移到衬底（如硅片）上的目标部分（如包含一个或若干管芯的部分）。图案的转移通常
15 借助于在衬底上设置的辐射敏感材料层（光刻胶）上的成像。一般地，单个衬底将包含被连续图案化的相邻目标部分的网络。已知的光刻设备包括所谓的分档器和扫描器，在分档器中，通过同时使整个图案曝光到目标部分上而使每个目标部分被照射；在扫描器中，
20 通过辐射射束沿着给定方向（“扫描方向”）扫描图案并同时沿着与这个方向平行或反平行的方向扫描衬底而使每个目标部分被照射。通过在衬底上压印图案也能将图案从图案形成装置转移至衬底。

在光刻设备中，典型地可在衬底台上支撑衬底。在图案转移到衬底之前，可在计量区域内检查和/或测量衬底。随后，通过衬底台将衬底转移到其中将图案转移到衬底的区域。为了确保转移到衬底的图案相对于衬底和/或已经在衬底上形成的其他图案被精确定位，
25 期望在测量和/或检查过程期间以及在图像转移过程期间高度准确地了解衬底的位置和移动。这可通过测量衬底相对于对其进行支撑的衬底台的位置并且随后监控衬底台的位置和/或移动来取得。

为了测量衬底台的位置和/或移动，已知的系统典型地利用了安装到光刻设备的衬底台和基准标架的其中之一上的目标以及安装到衬底台和基准标架的另外一个上的传感器，所述传感器可测量目标相对于传感器的位置或移动。然而，所期望的衬底台的移动范围相对较大，因为衬底台应当能够在其中可以测量和/或检查衬底的任何部分的区域与其中可将图案转移到衬底的任何部分的区域之间移动。此外，在某些光刻设备中，设置了两个衬底台以使在将图案转移到第一衬底台上支撑的一个衬底的同时，可检查和/或测量第二衬底台上支撑的另一个衬底。在这种设备中，所期望的衬底台的移动范围甚至更大，因为设置了额外的空间，使得支撑正被检查和/或测量的衬底的衬底台可以转移到其中可将图案转移到衬底的区域，以及支撑已经使图案转移至此的衬底的衬底台应当能够继续移动至其中将衬底从衬底台卸除的位置、其中新衬底装入衬底台的位置以及其中检查和/或测量新衬底的位置。换句话说，两个衬底台应当能够交换。

衬底台的移动范围越大，设置系统以便以所期望的较高精确度水平测量衬底台的位置和/或移动会变得越困难和/或越昂贵。具体地说，在其中将用于位置传感器的目标安装到衬底台的系统中，移动范围越大，系统就越复杂并且维持所期望的精度就会变得越困难。对于其中目标是固定的并且被安装到例如基准标架的系统来说，衬底台的移动范围越大，目标就应当越大。假如大目标可能是昂贵的，因为在它们的全范围内以期望的精度制造大目标通常是困难的。因此，增加衬底台的移动范围显著增加了用来测量衬底台的位置和/或移动的系统的成本。

25

发明内容

期望提供一种可用来在没有超额成本的情况下在较大移动范围内精确测量衬底台的位置和/或移动的系统。

按照本发明的实施例，提供了一种被配置为测量部件相对于基准部件的位移的位移测量系统，其包括：第一、第二、第三和第四目标，每个目标被安装到基准部件并且被布置使得每个目标的目标表面基本上平行于基准面；以及第一、第二、第三和第四位移传感器，每个位移传感器被布置成测量部件的相应部分相对于相应目标的目标表面的位移；其中第一和第三位移传感器被配置为分别测量基本上平行于位于基准面内的第一方向的、部件的第一和第三部分相对于第一和第三目标的目标表面的位移；以及第二和第四位移传感器被配置为分别测量基本上平行于位于基准面内的第二方向并且基本上垂直于第一方向的、部件的第二和第四部分相对于第二和第四目标的目标表面的位移。

按照本发明的实施例，提供了一种光刻设备，其包括被构造为支撑衬底的衬底台和被配置为在将图案转移到衬底的过程期间测量衬底台相对于基准部件的位移的位移测量系统；其中位移测量系统包括安装到基准部件的至少一个目标和被配置为测量衬底台的至少一部分相对于至少一个目标的位移的至少一个位移传感器；并且该光刻设备还包括第二位移测量系统，其被配置为至少在衬底台的一部分返回移动期间测量衬底台相对于光刻设备的底座的位移，其中衬底台从可将图案转移到衬底的位置移至可将衬底从衬底台卸除的卸载位置。

按照本发明的实施例，提供了一种用于测量部件相对于基准部件的位移的方法，该方法包括利用第一、第二、第三和第四位移传感器分别测量部件的相应部分相对于第一、第二、第三和第四目标的目标表面的位移；其中第一、第二、第三和第四目标被安装到基准部件并且被布置使得每个目标表面基本上平行于基准面；第一和第三位移传感器分别测量基本上平行于位于基准面内的第一方向的、部件的第一和第三部分相对于第一和第三目标的目标表面的位移；以及第二和第四位移传感器分别测量基本上平行于位于基准面

内的第二方向并且基本上垂直于第一方向的、部件的第二和第四部分相对于第二和第四目标的目标表面的位移。

按照本发明的实施例，提供了一种装置制造方法，该方法包括将图案从图案形成装置转移到衬底上，其中在将图案转移到衬底的过程期间衬底在衬底台上被支撑；以及在该过程期间，利用位移测量系统测量衬底台相对于基准部件的位移，该位移测量系统包括安装到基准部件的至少一个目标和被配置为测量衬底台的至少一部分相对于至少一个目标的位移的至少一个位移传感器；以及至少在衬底的一部分返回移动期间测量衬底台相对于光刻设备的底座的位移，其中衬底台从其中将图案转移到衬底的位置移至将衬底从台卸除的卸载位置。

附图说明

现在将通过举例的方式并参考所附示意图对本发明的实施例进行描述，在附图中相应的附图标记表示对应的部分，并且其中：

图 1 描述了按照本发明实施例的光刻设备；

图 2 描述了按照本发明实施例的位移测量系统的配置；

图 3a 至 3f 描述了按照本发明实施例的光刻设备的布置；

图 4a 和 4b 更详细地描述了图 3a 至 3f 中描述的布置的变型；

图 5a、5b 和 5c 描述了按照实施例的光刻设备的布置的变型；

图 6a 至 6f 描述了按照本发明实施例的光刻设备的布置；

图 7a 至 7h 描述了按照本发明实施例的光刻设备的布置；

图 8a 至 8h 描述了按照实施例的光刻设备的变型；

图 9a 至 9h 描述了按照本发明实施例的光刻设备的变型。

25

具体实施方式

图 1 示意性地描述了按照本发明一个实施例的光刻设备。该设备包括照明系统（照明器）IL，其被配置为调节辐射射束 B（例如 UV

辐射或 DUV 辐射)；支持结构(例如掩模台)MT，其被构造为支持图案形成装置(例如掩模)MA，并且与被配置为依照某些参数将图案形成装置精确定位的精确定位的第一定位装置PM相连；衬底台(例如晶片台)WT，其被构造为支持衬底(如光刻胶涂敷的晶片)W，并且与被配置为依照某些参数将衬底精确定位的第二定位装置PW相连；以及投影系统(如折射式投影透镜系统)PS，其被配置为将由图案形成装置MA赋予辐射射束B的图案投射到衬底W的目标部分C(例如包含一个或多个管芯)上。

照明系统可包括对辐射进行定向、成形和/或控制的各种类型的光学元件，比如折射光学元件、反射光学元件、磁光学元件、电磁光学元件、静电光学元件或其它类型的光学元件、或者其中的任何组合。

支持结构支撑着图案形成装置(即承载其重量)。支持结构依赖于图案形成装置的取向、光刻设备的设计以及其它条件(例如，图案形成装置是否保持在真空环境中)的方式支撑着图案形成装置。支持结构可使用机械的、真空的、静电的或其它的夹紧技术来支撑图案形成装置。支持结构可以是例如根据需要而被固定或可移动的框架或者台。支持结构可确保图案形成装置位于比如相对投影系统来说所期望的位置。在这里，术语“分划板”或“掩模”的任何用法可被认为与更通用的术语“图案形成装置”是同义的。

本文所使用的术语“图案形成装置”应当被广义地解释为指用来将图案赋予辐射射束的横截面以便在衬底的目标部分产生图案的任何装置。应当注意的是，例如如果图案包括相移特征或所谓的辅助特征，则赋予辐射射束的图案可能不是恰好对应于衬底的目标部分中想要的图案。一般地，赋予辐射射束的图案将对应于正在目标部分中形成的装置中的某功能层，例如集成电路。

图案形成装置可以是透射式的或反射式的。图案形成装置的示例包括掩模、可编程反射镜阵列和可编程LCD面板。掩模在光刻术

领域中是众所周知的，并包括如二元、交变相移和衰减相移的掩模类型以及各种混合掩模类型。可编程镜阵列的一个例子采用微型镜的矩阵设置，各镜子可单独地倾斜以沿不同方向反射所入射的辐射射束。倾斜镜在被镜矩阵所反射的辐射射束中赋予图案。

- 5 这里所用的用语“投影系统”应被广义地理解为包括各种类型的投影系统，包括折射式、反射式、反射折射式、磁式、电磁式和静电式光学系统或其任意组合，这例如应根据所用的曝光辐射或其它因素如使用浸液或使用真空的情况来适当地确定。用语“投影透镜”在本文中的任何使用均应被视为与更通用的用语“投影系统”
- 10 具有相同的含义。

正如这里所描述的，设备是透射类型的（如使用透射掩模）。另一方面，设备还可以是反射类型的（如使用上面提到的可编程反射镜阵列的类型，或使用反射掩模）。

- 15 光刻装置可以是具有两个（双级）或多个衬底台（和/或两个或多个支持结构）的那种类型。在这种“多级”式机器中，附加的台可以并联地使用，或者可在一个或多个台上进行预备步骤而将一个或多个其它的台用于曝光。

- 20 光刻设备还可以是下列类型的，其中衬底的至少一部分可被具有较高折射率的、例如水的液体所覆盖，以便填充投射系统和衬底之间的空间。浸液还可以用于光刻设备中的其他空间，例如掩模和投射系统之间的空间。浸没技术在增加投射系统的数值孔径的领域中是公知的。本文所使用的术语“浸没”并不意味着例如衬底的结构必须被浸没在液体中，而是仅仅意味着在曝光期间液体位于投射系统和衬底之间。

- 25 参考图 1，照明器 IL 接收来自辐射源 SO 的辐射射束。该源和光刻设备可以是独立的实体，例如在辐射源为准分子激光器时。在这种情况下，辐射源不应被视为形成了光刻装置的一部分，辐射射束借助于射束传送系统 BD 从源 SO 传递到照明器 IL 中，射束传送

系统 BD 例如包括适当的引导镜和/或射束扩展器。在其它情况下, 该源可以是光刻装置的一个整体部分, 例如在该源为水银灯时。源 SO 和照明器 IL 及射束传送系统 BD (如果需要的话) 一起可称为辐射系统。

- 5 照明器 IL 可包括调节装置 AD, 其用于调节辐射射束的角强度分布。通常来说, 至少可以调节照明器的光瞳面内的强度分布的外部/或内部径向范围 (通常分别称为 σ -外部和 σ -内部)。另外, 照明器 IL 通常包括各种其它的器件, 例如积分器 IN 和聚光器 CO。照明器用来调节辐射射束, 以使其在其横截面上具有所需的均匀性和
- 10 强度分布。

- 辐射射束 B 入射在固定于支持结构 (例如掩模台 MT) 上的图案形成装置 (例如掩模 MA) 上, 并通过该图案形成装置而图案化。在穿过掩模 MA 后, 辐射射束 B 通过投影系统 PS, 其将射束聚焦在衬底 W 的目标部分 C 上。借助于第二定位装置 PW 和位置传感器 IF
- 15 (例如干涉仪、线性编码器或电容传感器), 衬底台 WT 可精确地移动, 以便例如将不同的目标部分 C 定位在辐射射束 B 的路径中。类似地, 可用第一定位装置 PM 和另一位置传感器 (在图 1 中未明确示出) 来相对于辐射射束 B 的路径对图案形成装置 MA 进行精确的定位, 例如从掩模库中机械式地重新取出之后或者在扫描过程中。
- 20 通常来说, 借助于形成为第一定位装置 PM 的一部分的长行程模块 (粗略定位) 和短行程模块 (精确定位), 可实现掩模台 MT 的运动。类似地, 采用形成为第二定位装置 PW 的一部分的长行程模块和短行程模块, 可实现衬底台 WT 的运动。在采用步进器的情况下 (与扫描器相反), 掩模台 MT 可只与短行程致动器相连, 或被固定住。
- 25 掩模 MA 和衬底 W 可采用掩模对准标记 M1、M2 和衬底对准标记 P1、P2 来对准。虽然衬底对准标记显示为占据了专用目标部分, 然而它们可位于目标部分之间的空间内 (它们称为划线片对准标记)。类似地, 在掩模 MA 上设置了超过一个管芯的情况下, 掩模对准标记

可位于管芯之间。

所述装置可用于至少一种下述模式中：

1. 在步进模式中，掩模台 MT 和衬底台 WT 基本上保持静止，而赋予辐射射束的整个图案被一次性投影到目标部分 C 上（即单
5 次静态曝光）。然后沿 X 和/或 Y 方向移动衬底台 WT，使得不同的目标部分 C 被曝光。在步进模式中，曝光区域的最大尺寸限制了在单次静态曝光中所成像的目标部分 C 的大小。
2. 在扫描模式中，掩模台 MT 和衬底台 WT 被同步地扫描，同时赋予辐射射束的图案被投影到目标部分 C 上（即单次动态曝光）。
10 衬底台 WT 相对于掩模台 MT 的速度和方向由投影系统 PS 的放大（缩小）和图像倒转特性来确定。在扫描模式中，曝光区域的最大尺寸限制了单次动态曝光中的目标部分的宽度（非扫描方向上），而扫描运动的长度决定了目标部分的高度（扫描方向上）。
3. 在另一个模式中，支撑可编程图案形成装置的掩模台 MT 基
15 本上保持不动，衬底台 WT 被移动或被扫描，而赋予辐射射束的图案被投射在目标部分 C 上。在这种模式中，一般地，在扫描期间，使用脉冲辐射源并且在衬底台 WT 每次移动之后或者在连续辐射脉冲之间根据需要对可编程图案形成装置进行更新。可以很容易地将这种操作模式应用于利用可编程图案形成装置（如上面提到的可编
20 程反射镜阵列的类型）的无掩模光刻术。

还可以使用上述模式的组合和/或变化或者是完全不同的模式。

图 2 描述了按照本发明实施例的位移测量系统 10。正如下面描述和讨论的，按照本发明实施例的所有位移测量系统可具体地用来测量光刻设备内衬底台的位移。然而，尽管在下面未详细描述，但是本发明实施例还可用来测量光刻设备内用于图案形成装置的支持体的位移。可利用光刻设备内部件位移的测量以便控制该部件的移动。例如，用于被配置为移动部件的致动器的反馈控制环路可将由位移测量系统测得的衬底台的实际位移与预期位移进行比较并且将

所期望的力施加于部件以便使差异最小。此外，应当意识到，本发明的实施例还可以用于其他环境并且一般可用来测量任何系统内部件相对于基准部件的位移。

在所描述的布置中，位移测量系统 10 可用来测量衬底台 11 相对于基准标架 13 的位移，衬底台 11 被配置为支撑衬底 12。位移测量系统 10 可设置在光刻设备的区域内，在该光刻设备内，例如通过利用图案化的辐射射束的曝光而将图案转移至衬底 12。或者，例如位移测量系统 10 可设置在光刻设备的一部分内，在该光刻设备的一部分内检查和/或测量衬底 12，即计量单元。

为了测量衬底台 11 相对于基准标架 13 的位移，设置了多个位移传感器 21、22、23、24 用来测量衬底台 11 的相应部分 11a、11b、11c、11d 相对于安装到基准标架 13 的相应目标 31、32、33、34 的位移。其中安装到基准标架的分离的目标用于每个位移传感器而不是利用安装到基准标架的单个大目标的这种布置使得在没有使任何单个目标变得过分大的情况下能够为衬底台提供较大的移动范围。应当意识到，为了提供足够的精度，目标具有尽可能少的缺陷。然而，目标越大，就越难以制造具有足够低的缺陷率的目标并且因此也越昂贵。因此，单个大目标的成本明显大于组合时具有与大目标相同面积的多个更小目标的成本。

位移传感器 21、22、23、24 可以例如是衍射光栅编码器。在这种布置中，辐射射束可以被基准光栅分成第一级衍射辐射和负第一级衍射辐射，其随后又被目标衍射光栅衍射并且接着被重新组合以形成单个辐射射束。通过比较由第一级辐射导出的重组辐射射束中的辐射和由负第一级辐射导出的重组辐射射束中的辐射之间的相差，测量位于基本上平行于基准衍射光栅和目标衍射光栅的平面并且基本上垂直于基准衍射光栅和目标衍射光栅的条纹的平面内的方向上的、目标衍射光栅相对于基准衍射光栅的位移是可能的。作为附加或作为备选，还可使用其他位移传感器。

此外，在这种布置中，通过比较来自基准衍射光栅的零级辐射的路径长度与来自基准光栅的、自目标衍射光栅被反射或者进一步被衍射回来的第一级衍射辐射和负第一级衍射辐射的至少其中之一，测量基本上垂直于衍射光栅平面的方向上的、目标衍射光栅相对于基准衍射光栅的位移是可能的。作为附加或作为备选，还可使用其他的布置来测量垂直于衍射光栅平面的方向上的光栅的相对位移。

因此，在图 2 描述的布置中，目标 31、32、33、34 可以是目标衍射光栅，例如被布置使得每个目标的目标表面基本上平行于基准面。此外，位移传感器 21、22、23、24 的每一个可包括辐射源、基准衍射光栅和辐射传感器。然而，其他布置是可能的并且在本发明的范围内。例如，位移传感器的一个或多个部件可以被布置成与衬底台分离。例如，辐射源和/或辐射传感器可以分别地被布置成与衬底台 11 分离并被布置成使用例如光纤电缆为基准衍射光栅提供辐射或者接收自目标衍射光栅返回的辐射。

此外，目标衍射光栅可以是一维衍射光栅（即多个条纹），其能够进行基本上垂直于目标衍射光栅平面的方向上和/或位于基本上平行于目标衍射光栅平面的平面内并且基本上垂直于条纹方向的方向上的位移测量。或者，目标衍射光栅 31、32、33、34 中的一个或多个可以是二维衍射光栅，其能够进行基本上垂直于目标衍射光栅平面的方向和位于基本上平行于目标衍射光栅平面的平面内的两个正交方向中的至少其中一个方向上的位移测量。因此，图 2 所描述的布置的位移传感器 21、22、23、24 的每一个可以被配置为测量基本上垂直于目标 31、32、33、34 所在平面的方向和位于该平面内的两个正交方向的其中一个或多个方向上（即如图 2 所示的 x、y 和 z 方向的至少其中一个方向上）的、衬底台 11 的相应部分 11a、11b、11c、11d 相对于基准标架 13 的位移。

在图 2 所描述的本发明实施例的特定布置中，第一位移传感器 21

和第三位移传感器 23 被布置成测量 y 方向上的、衬底台 11 的相应部分 11a、11c 相对于基准标架的位移。第二位移传感器 22 和第四位移传感器 24 被配置为测量 x 方向上的、衬底台 11 的相应部分 11b、11d 的位移。因此，通过比较 y 方向上的、衬底台的第一部分 11a 的位移与 y 方向上的、衬底台的第三部分 11c 的位移，确定衬底台 11 绕 z 轴的旋转是可能的。衬底台 11 绕 z 轴旋转的确定还可通过比较测得的衬底台 11 的第二部分 11b 和第四部分 11d 的在 x 方向的位移来进行。

确定衬底台 11 绕 z 轴旋转的确定是有用的，因为它使得能够精确确定衬底台的任何部分、即未配备位移传感器的部分（例如与图案正被曝光的衬底 12 上的点相对应的位置）的在 x 和 y 方向上的位移。例如，衬底台 11 上所关注的点的 y 方向上的位移可以通过增加由第一位移传感器 21 确定的 y 方向上的第一部分 11a 的位移测量值、衬底台 11 绕 z 轴的角位移与所关注点和衬底台 11 的部分 11a 的 x 方向上的间距的乘积来确定。类似的计算可以基于由第三位移传感器测得的 y 方向上的位移测量值来进行。

相应地，衬底台 11 上所关注的任何点的 x 方向的位移可以利用来自第二位移传感器 22 和第四位移传感器 24 的任何一个的 x 方向上的位移的测量值来确定。因此，利用来自四个位移传感器 21、22、23、24 的其中任何三个的位移测量值可以完全确定 x-y 平面内衬底台 11 上的任何点的位移（换句话说，即在 x 和 y 方向上线性移动以及绕 z 轴旋转）。应当意识到，尽管在图 2 描述的布置中位移传感器 21、22、23、24 被布置成朝向衬底台 11 的角落，一般地它们不必是这样的。然而，位移传感器的间距越大，绕 z 轴的旋转位移的确定的精度就越高并且因此衬底台 11 上任何点的位移确定的精度越高。此外，可设置附加的传感器，例如以提供额外的冗余。

可以进一步配置位移传感器 21、22、23、24 的每一个以便以上面讨论的方式测量 z 方向上的、衬底台 11 的相应部分 11a、11b、11c

和 11d 相对于相关目标 31、32、33、34 的位移。应当意识到，以与上面讨论的相同的方式，比较由成对的位移传感器测得的 z 位移可用来确定衬底台 11 相对于基准标架 13 绕 x 和 y 轴的旋转。依次，可使用这些测量值以便确定衬底台 11 的任何部分的 z 位移。此外，以
5 与上述相同的方式，测量衬底台 11 相对于基准标架 13 绕 x 和 y 轴的旋转并且因此根据四个位移传感器 21、22、23、24 的其中任何三个传感器来确定衬底台 11 上任何部分的真实 z 位移。

应当意识到，不是构造位移传感器 21、22、23、24 来测量 z 方向以及 x 和 y 方向的其中一个方向上的、衬底台 11 的相应部分相对
10 于相关目标的位移，而是特别设置了附加的位移传感器以测量 z 方向上的、衬底台相对于相关目标的位移。z 方向位移传感器可以位于直接邻近 x 和 y 方向位移传感器的位置。或者，可在衬底台 11 上的若干位置设置一个或多个 z 方向位移传感器，它们与 x 和 y 方向位移传感器 21、22、23、24 是分离的。此外，尽管 z 方向位移传感器可使
15 用与 x 和 y 方向位移传感器 21、22、23、24 相同的目标，但是作为附加或作为备选，还可为 z 方向位移传感器设置附加目标。

因此，将会意识到，利用如上讨论的位移传感器的配置，使用四个或四个以上的位移传感器 21、22、23、24 的其中任何三个传感器在所有六个自由度上确定衬底台 11 的任何部分的位移或衬底台 11
20 上支撑的衬底 12 的位移是可能的。这种能力是有益的，因为如图 2 所描述的，可能期望在目标 31、32、33、34 之间具有空隙 25。设置空隙 25 使得例如可执行衬底的检查和/或测量或曝光，同时位移测量系统 10 监测衬底台 11 的位移。因此，例如，辐射射束 26 可能需要穿过空隙 25 从而从投影透镜或计量系统 27 传到衬底 12，以便分别
25 执行衬底 12 的曝光或检查和/或测量。

然而，当衬底台 11 移动使得衬底 12 的不同部分能够得以曝光、测量和/或检查时，位移传感器 21、22、23、24 的其中之一可能移动到其不能在它的相应目标上投射辐射而是使辐射穿过空隙 25 的位

置。例如，如果图 2 描述的衬底台打算移至它的 y 的最大点和它的 x 的最大点（对应于曝光、测量或检查衬底 12 上最小 x 和 y 处的点），第二位移传感器 22 将不能够使辐射射束投射到它的相应目标 32 上并且因此将不起作用。然而，仍然可能在所有六个自由度上确定衬底台 11 或衬底 12 上任何点的位移，因为其余三个位移传感器 21、23、24 仍然能够起作用。

应当意识到，尽管上面的描述提到测量 x、y 和 z 方向上的衬底台位移的传感器，但是本发明的实施例不限于使用测量这些方向上的衬底台的位移的位移传感器。具体地说，一个或多个传感器或者分离的、附加的传感器可测量不同方向上（例如到 x、y 和 z 轴的其中之一 45° 处）衬底台的位移。此外，尽管设置测量相互正交方向上的衬底台的位移的位移传感器可能是有益的，但是这不是必需的。

还应当意识到，图 2 是示意性的并且不是按比例绘制的。具体地说，衬底台 11 和计量/曝光单元 27 已经按照在 z 方向上远离目标 31、32、33、34 的方式进行了描述。为了使图形更清晰才这么做的，实际上这些部件将是明显地彼此靠近的和/或计量/曝光单元 27 可伸过空隙 25。

此外，目标 31、32、33、34 的尺寸根据衬底台 10 要求的移动范围来确定。相邻目标可彼此接触或者在它们之间可以设置较小的空隙。

图 3a、3b、3c 和 3d 描述了依照本发明实施例的布置。正如所描述的，该布置包括与上述图 2 的位移测量系统相对应的第一位移测量系统 40。具体地说，该位移测量系统包括安装到基准标架的第一目标 41、第二目标 42、第三目标 43 和第四目标 44 以及安装到衬底台 50 的位移传感器 51、52、53、54，位移传感器 51、52、53、54 被布置成测量衬底台 50 的相应部分相对于相应目标 41、42、43、44 的位移以及因此相对于基准标架的位移。在所描述的布置中，第一

位移测量系统 40 被布置, 使得其可以在衬底可通过曝光系统 55 进行曝光的所有位置处测量衬底台 50 相对于基准标架的位移。

还可以使衬底台 50 移动至其中通过计量单元 56 可测量和/或检查衬底的任何部分的位置。例如, 可以在转移之前通过计量单元 56 5 测量和/或详细检查衬底以由曝光单元 55 使图案在衬底上曝光。因此, 期望在通过计量单元 56 进行检查和/或测量过程期间、由曝光单元 55 的图案曝光期间以及从一个转移至另外一个期间精确测量衬底台 50 的位移。因此, 设置了第二位移测量系统 45 用来在由计量单元 56 执行的检查和/或测量过程期间测量衬底台 50 的位移。第二位 10 移测量系统 45 由第五目标 46、第六目标 47、第七目标 48、第八目标 49 以及用作第一位移测量系统 40 的一部分的位移传感器 51、52、53、54 组成。换句话说, 某些部件共同用于第一位移测量系统 40 和第二位移测量系统 45。

正如图 3a 所描述的, 当定位衬底台 50 使得检查和/或测量过程 15 可以由计量单元 56 来执行时, 布置第一位移传感器 51 以测量衬底台 50 的相应部分相对于第五目标 46 的位移, 定位第二位移传感器 52 以测量衬底台 50 的相应部分相对于第六目标 47 的位移, 定位第三位移传感器 53 以测量衬底台 50 的相应部分相对于第七目标 48 的位移以及定位第四位移传感器 54 以测量衬底台 50 的相应部分相对于 20 第八目标 49 的位移。因此, 当衬底台 50 以其针对通过曝光单元 55 的衬底曝光进行定位时所允许的相同方式针对由计量单元 56 实施的检查和/或测量过程的工作特性进行定位时, 衬底台 50 相对于基准标架的位移可以通过第二位移测量系统 45 来精确确定。此外, 可以如所描述的那样布置第一位移测量系统 40 和第二位移测量系统 45, 使 25 得对于曝光衬底所要求的全范围运动以及检查和/或测量衬底所要求的全范围运动来说, 四个位移测量传感器 51、52、53、54 的其中三个总是能够测量衬底台 50 的相应部分相对于其中一个目标的位移。

因此, 正如上面讨论和描述的, 如果布置其中两个位移传感器

51、53 来测量 y 方向上的位移以及布置其中两个位移传感器 52、54 来测量 x 方向上的位移，则针对曝光过程要求的全范围移动以及检查和/或测量过程要求的全范围移动来说，在 x-y 平面内完全确定衬底台 50 的任何部分相对于基准标架的位移是可能的。此外，再次如
5 上面所讨论的，如果另外布置位移传感器 51、52、53、54 的每一个以测量 z 方向上的位移，又一次针对曝光过程要求的全范围移动以及检查和/或测量过程要求的全范围移动来说，在所有六个自由度上完全确定衬底台 50 的任何部分相对于基准标架的位移是可能的。

正如通过图 3a、3b、3c 和 3d 中衬底台 50 的位置顺序所描述的，
10 在未损失位移测量的精度的情况下，衬底台 50 从检查和/或测量位置（图 3a 所描述的）移动至曝光位置（图 3d 所描述的）也是可能的。这可能是具有针对每个位移传感器的分离目标的位移测量系统的一个问题，因为当衬底台 50 移出曝光过程以及检查和/或测量过程的任何一个所要求的移动范围时，位移传感器 51、52、53、54 必须从一个目标转移至另一目标。在目标之间的边界处，位移传感器将不会
15 提供可靠的位移测量。然而，通过在计量位置和曝光位置的每个位置上为每个位移传感器提供分离的目标，可使目标的尺寸以及因此成本保持最小。

因此，如图 3a、3b、3c 和 3d 所描述的，可以布置位移测量系
20 统，使得在位移传感器 51、52、53、54 的其中之一通过一个目标和下一个目标之间的边界时，其余三个位移传感器能够精确测量位移（以使如上所讨论的，可确定衬底台 50 的整个位移）。

为了达到这一点，期望小心布置衬底台 50 上位移传感器 51、52、53、54 的相对位置和目标之间的边界。具体地说，对于接近目标之间相应边界的任何两个位移传感器来说，期望在衬底台 50 的移动方
25 向上位移传感器之间的间距不同于该方向上边界的间距。因此，如图 3b 所描述的，例如 y 方向上第二位位移传感器 52 和第三位位移传感器 53 之间的间距 D1 不同于 y 方向上第五目标 46 和第六目标 47 之

间的边界与第七目标 48 和第八目标 49 之间的边界间的间距（其为零）。因此，如图 3b 所示，在第三位移传感器 53 开始其从第七目标 48 至第八目标 49 的转移之前，第二位移传感器 52 已经完成了它的从第六目标 47 至第五目标 46 的转移。

5 作为另外的实例，y 方向上第一位移传感器 51 和第二位移传感器 52 之间的间距 D2 不同于 y 方向上第一目标 41 和第二目标 42 之间的边界与第二目标 42 和第五目标 46 之间的边界间的间距 D3。因此，在第一位移传感器 51 开始其从第二目标 42 至第一目标 41 的转移之前，第二位移传感器 52 已经完成了它的从第五目标 46 至第二
10 目标 42 的转移。

正如图 3a 至 3f 所描述的，一种确保衬底台 50 的移动方向上的两个位移传感器之间的间距不同于该方向上两个目标之间相应边界的间距以及确保位移传感器交叉（cross）的可能性是相对于衬底台 50 上的设定点将位移传感器 51、52、53、54 布置在衬底台 50 上 y 方
15 向上的不同位置。作为备选或作为附加，相应目标之间的边界的位置在 y 方向上可以是交错的。例如，第一目标 41 和第二目标 42 之间边界的 y 方向上的位置可能不同于第三目标 43 和第四目标 44 之间边界的 y 方向上的位置。同样地，第二目标 42 和第五目标 46 之间边界的 y 方向上的位置可能不同于第三目标 43 和第八目标 49 之
20 间边界的 y 方向上的位置，以及第五目标 46 和第六目标 47 之间边界的 y 方向上的位置可能不同于第七目标 48 和第八目标 49 之间边界的 y 方向上的位置。

此外，应当意识到，如上面讨论的图 3e 和 3f 所述，在曝光过程期间，衬底台 50 可以在 x-y 平面内移过移动范围以便允许曝光单元
25 55 将曝光投射到衬底的任何部分。在这样的移动范围期间，在各个阶段，位移传感器 51、52、53、54 的其中之一不再与目标 41、42、43、44 的其中之一对准而是与目标之间的空隙对准。因此，期望确保在 x-y 平面内要求的以便实施曝光过程的整个移动范围内，只有一

个位移传感器 51、52、53、54 在任一时刻与目标 41、42、43、44 之间的空隙对准。为了确保这一点，在一个实施例中，目标 41、42、43、44 之间空隙的长度 $D4$ 小于 y 方向上对准的或在 x 方向上以相对较小的量分隔的成对传感器之间的间距 $D5$ 、 $D6$ 。例如，因此第三
5 位移传感器 53 和第四位移传感器 54 之间的间距 $D5$ 以及第一位移传感器 51 和第二位移传感器 52 之间的间距 $D6$ 大于 y 方向上的空隙长度 $D4$ 。同样地， x 方向上的空隙宽度 $D7$ 小于 x 方向上对准的或在 y 方向上具有相对较小间距的成对位移传感器的 x 方向上的间距 $D8$ 。因此，例如第一位移传感器 51 和第四位移传感器 54 的 x 方向上的
10 间距 $D8$ 大于 x 方向上的空隙宽度 $D7$ 。

应当意识到，第二位移测量系统的目标 46、47、48、49 之间空隙的大小以相应的方式进行选择。

为清楚起见，图 3a、3b、3c 和 3d 未描述基准标架。然而，如图 4a 示意性描述的，可将第一至第八目标安装到单个基准标架 60
15 上。这又可安装到计量基准标架上，例如可将如曝光单元、计量单元、或任何一个的若干部分的光刻设备的其他部件安装到计量基准标架。基准标架 60 可选地可以是计量基准标架本身。例如使用使从底座到计量基准标架的振动传输最小的隔振支持体可以将计量基准标架安装到光刻设备的底座。

20 或者，如图 4b 描述的，可将与第一位移测量系统 40 相关联的目标 41、42、43、44 安装到第一基准标架 61 并且将与第二位移测量系统 55 相关联的目标 46、47、48、49 安装到分离的第二基准标架 62。分离的基准标架 61、62 又可例如安装到光刻设备的计量基准标架上。因此，从相应基准标架的其中之一到另外一个的任何振动
25 转移将是最小的，从而使得对相对于另一个基准标架进行的测量的影响最小。

应当意识到，可将其他部件安装到基准标架 61、62。例如在图 4b 描述的布置中，可将曝光单元 55 或其一部分安装到第一基准标架

61。同样地，可将计量单元 56 或其一部分安装到第二基准标架 62。因此，通过设置分离的基准标架 61、62，来自计量单元 56 的任何振动例如将尽可能地衬底台 50 相对于第一基准标架 61 以及因此又相对于曝光单元 55 的位移的测量几乎没有影响。

5 图 5a 和 5b 描述了图 3a 至 3f 所述的布置的变型。具体地说，为第一位移测量系统提供的目标 71、72、73、74（例如在曝光过程期间使用的）是与为第二位移测量系统提供的目标 75、76、77、78（在计量过程期间使用的）分离的。因此，为了确保在衬底台从图 5a 描述的、其中可执行计量的位置转移至其中可执行曝光的位置期间可
10 精确确定衬底台的位移，在第一位移测量系统的目标 71、72、73、74 和第二位移测量系统的目标 75、76、77、78 之间设置了附加目标 79。如前所述，布置所有目标的位置和位移传感器的位置，使得位移传感器的至少其中三个总是可以提供位移测量（即未与目标之间的空隙或目标之间的边界对准）。因此，将会意识到，可增加曝光单元
15 和计量单元之间的间距，从而在没有增加目标的最大尺寸（以及因此成本）的情况下以及在减少衬底台相对于基准标架的位移测量的精度的情况下为其他部件提供额外的空间。

应当意识到，通过提供第二目标 72、第三目标 73、第五目标 75 和第八目标 78 中的一个或多个目标的延长部分可以代替一个或多个
20 附加目标 79。例如，如示出了第一位移测量系统和第二位移测量系统的一部分的图 5c 所描述的，第二目标 72 可具有朝向第五目标 75 伸展并与第五目标的延长部分 75a 共享边界的延长部分 72a。同样地，第三目标 73 和第八目标 78 可具有朝向彼此伸展并共享边界的各自的延长部分 73a、78a。

25 在附加目标 79 设置于第一位移测量系统的目标 71、72、73、74 和第二位移测量系统的目标 75、76、77、78 之间的地方，如果将公共基准标架用于第一位移测量系统和第二位移测量系统的目标（以与图 4A 描述的相对应的方式），则可将附加目标 79 安装到与第一

位移测量系统和第二位移测量系统的目标相同的公共基准标架上。在其中分离的基准标架分别用于第一位移测量系统和第二位移测量系统的目标的布置中，可将附加目标 79 安装到任一基准标架上或者可将某些附加目标 79 安装到一个基准标架上而将其他附加目标 79 安装到另一个基准标架上。或者，在两种情况下，可将附加目标 79 安装到相对于针对第一位移测量系统和第二位移测量系统的目标而设置的基准标架是一个完全独立的基准标架上或者可将附加目标 79 直接安装到光刻设备的计量基准标架上。

图 6a、6b、6c、6d、6e 和 6f 描述了按照本发明实施例的系统。多个布置与如图 3a、3b、3c 和 3d 所描述的实施例相对应并且因此，共同特征以相同的附图标记来标示以及将不再重复其详细的描述。还应当意识到，上面所讨论的与前面讨论的实施例有关的变型还可用于第三实施例。

图 6a-f 所示的实施例和图 3a-d 所示的实施例之间的差异在于设置了第二衬底台 80。第二衬底台 80 可能与第一衬底台 50 相同并且包括位移传感器 81、82、83、84。这种系统的好处在于，当通过曝光单元 55 使图案在衬底台的其中之一上支撑的一个衬底上曝光时，可以通过计量单元 56 对另外的衬底台上支撑的第二衬底进行检查和/或测量。因此，可增加设备的生产量。

第二衬底台 80 以与衬底台 50 相同的方式起作用。因此，第二衬底台 80 的位移传感器 81、82、83、84 可测量相对于第一目标 41、第二目标 42、第三目标 43、第四目标 44 的位移，从而起到第一位移测量系统 40 的作用并且可测量相对于第五目标 46、第六目标 47、第七目标 48、第八目标 49 的位移，从而起到第二位移测量系统 45 的作用。

然而，如图 6a、6b、6c 和 6d 所描述的，为了确保第一衬底台 50 和第二衬底台 80 可交换位置，即在不存在每个衬底台上不止一个位移传感器无法提供位移测量的情况下，第一衬底台 50 可从如图 6a 描

述的曝光位置移向如图 6f 描述的计量位置（由此处它可以移至如下面进一步讨论的、可将衬底从衬底台卸除并且将新衬底装入衬底台的位置并且移至计量位置使得可以利用计量单元 56 检查和/或测量新衬底），并且第二衬底台 80 可从如图 6a 描述的计量位置移至如图 6f 描述的曝光位置（并且复原），从而阻止相关衬底台 50、80 的位移的完全确定，可能期望放大某些目标 41、42、46。这增加了目标的成本，因为目标越大，越难以在整个范围内按照所要求的精度制造并且目标也越昂贵。

此外，如果光刻设备是所谓的浸没式光刻设备，可能需要增加某些目标 41、44 的尺寸。在这种设备中，辐射图案在衬底上的曝光通过液体层来执行。这使得光刻设备的性能更高。为了提供和控制液体的应用，曝光单元 55 包括喷头，该喷头向其中正在执行曝光并移去边缘处液体的衬底的部分提供液体。这种系统中的难点之一包括喷头的起头和停止。因此，期望提供其中不必在后面的衬底曝光之间停止和起头的光刻设备。这可以通过例如使用所谓的“湿交换”来取得。图 6a 至 6f 描述的布置是为这种湿交换设置的。

正如图 6b 所描述的，交换过程的一部分包括第一衬底台 50 和第二衬底台 80 移动至相应部分使得它们即刻彼此相邻，例如接触或在 y 方向上非常接近。正如在图 6b 中描述的，第一衬底台 50 和第二衬底台 80 可能是对准的，但是这不是必需的。随后，第一衬底台 50 和第二衬底台 80 在 y 方向上一致移动使得曝光单元 55 之间的接触点（即喷头）从第一衬底台 50 移至第二衬底台 80。当第一衬底台 50 和第二衬底台 80 非常接近或接触时，不必关闭喷头，因为它从第一衬底台 50 转移至第二衬底台 80。在如图 6c 所描述的转移已经完成之后，如图 6d 所描述的衬底台 50、80 可以移开，并且接着例如如图 6e 所描述的在 y 方向上反向移动至位置，使得如图 6f 所描述的第一衬底台 50 可朝向计量位置移动并且它的位移可以通过第二位移测量系统来测量以及第二衬底台 80 可移动至曝光位置并且它的位移

可使用第一位移测量系统来测量。一旦相应的曝光和计量过程完成，可重复该过程以便再次换回衬底台。

正如图 6a 至 6f 所描述的，在使第二衬底台 80 从计量位置换到曝光位置的过程中，第一衬底台 50 和第二衬底台 80 以顺时针的方式围绕彼此移动。正如上面所讨论的，为了换回衬底，使得第一衬底台 50 从计量位置返回到曝光位置，可重复该过程。然而，衬底台 50、80 可包括用来提供例如功率以及包括在衬底台之中的例如位移传感器的器件和光刻设备的其余部分中的例如控制系统的部件之间通信的临时管缆连接。因此，为了避免对用于连接临时管缆的复杂系统的需求，用于换回衬底台 50、80 的过程，也就是使第一衬底台 50 返回到曝光位置并且使第二衬底台 80 返回到计量位置的过程，可能不同于图 6a 至 6f 描述的衬底台 50、80 的转换，因为衬底台能以逆时针的方式围绕彼此移动。因此，为了使第二衬底台 80 从计量位置移至曝光位置，衬底台 50、80 围绕彼此顺时针旋转并且为了使第一衬底台 50 返回到曝光位置，衬底台围绕彼此逆时针方向旋转（或反之亦然）。在这种布置中，直接确保了临时管缆或到衬底台的其他连接不会相互干扰。

在衬底上的曝光过程完成后，支撑该衬底的衬底台如上面所讨论地返回到计量位置并且接着返回到可将衬底从衬底台卸除的衬底卸载位置以及随后返回到可将新衬底装入衬底台的衬底装载位置。随后移动衬底台，使得在新衬底上通过计量单元可执行测量和/或检查过程。

可以选择衬底卸载位置和衬底装载位置，使得在衬底卸载和衬底装载操作期间衬底台保持在其中第二位移测量系统 45 可测量衬底台的位移的区域内。因此，朝向衬底装载位置的移动、从衬底卸载位置到衬底装载位置的移动以及从衬底装载位置到可执行检查和/或测量过程的位置的移动可以利用由第二位移测量系统 45 测得的衬底台的位移测量值进行控制。

可将衬底卸载位置和衬底装载位置布置成彼此相邻，在第二位移测量系统内区域的最外边缘可测量衬底台的位移。例如，可以布置它们，使得对每一个来说，衬底台处在负 y 方向上它的最远位置，如图 6a 至 6f 所描述的。可以设置自动晶片处理器以便分别将衬底从衬底台卸除以及将衬底装到衬底台上。然而，自动晶片处理器可能移动得相对较慢，并且结果是在衬底已经从衬底台移去之后的一段时间内自动晶片处理器可能位于干涉第二位移测量系统的操作的位置上。例如自动晶片处理器可阻止一个或多个位移传感器将辐射射束投射到相关目标上。因此，为了确保在从衬底卸载位置到衬底装载位置的移动期间总是可以测量衬底台的位移，可能期望不是直接从衬底卸载位置移动到衬底装载位置而是期望在使其移过并且接着直接朝向衬底装载位置前进之前使衬底台直接移动远离自动晶体处理器。例如，在如图 6a 至 6f 所描述的、其中衬底卸载位置和衬底装载位置被设置在朝向第二位移测量设备的负 y 方向的最远边缘处的布置中，衬底台可以最初在正 y 方向上远离衬底卸载位置前进，基本上平行于 x 方向移动并且接着在负 y 方向上向前到达衬底装载位置。如此，在从衬底卸载位置到衬底装载位置的移动期间连续测量衬底台的位移是可能的，因为例如没有一个位移传感器跨越目标之间的边界同时自动晶片处理器模糊了位移传感器的其中之一的工作。

图 7a 至 7c 描述了按照本发明实施例的光刻设备。如同图 6a-f 所示的实施例一样，这个配置包括分别用来测量曝光位置上和计量位置上衬底台的位移的第一位移测量系统和第二位移测量系统。另外，该设备包括两个衬底台 50、80，使得在第一衬底台 50 上支撑的一个衬底曝光同时在第二衬底台 80 上支撑的第二衬底可以通过计量单元来检查和/或测量。相同的部件利用与前面的实施例所用相同的附图标记来标示并且将仅仅讨论其差异。将会意识到，上面关于第一至第三实施例讨论的变型还可用于图 7a-h 所示的实施例。

如同图 6a-f 所示的实施例一样, 如图 7b 和 7c 所描述的, 转换第一衬底台 50 和第二衬底台 80 的位置的过程的第一阶段是将第二衬底台 80 转移至曝光位置。如前所述, 转换可用于其中使用浸没曝光的光刻设备并且在 y 方向移动的湿交换可用来使喷头从第一衬底台 50 转移至第二衬底台 80 而无需关闭淋洒器。然而, 与第三实施例的布置不同, 目标 41、42、43、44 的尺寸没有增加。换句话说, 第一位移测量系统 40 的目标 41、42、43、44 仅仅如所必需的那样大, 以便于在曝光过程期间提供所期望的衬底台 50 的运动范围。因此, 当湿交换继续进行, 如图 7b 所描述的, 第一衬底台 50 的第一位移传感器 51 和第四位移传感器 54 分别越过第一目标 41 和第四目标 44 的边界。因此, 按照第四实施例, 针对第一衬底台 50 的第一位移传感器 51 和第四位移传感器 54 设置了另外的目标 91、92 以使用来测量衬底台 50 的位移。同样地, 如接着在图 7c 至 7g 中描述的, 设置了另外的目标 93、94、95、96 使得第一衬底台 50 的位移测量能够继续执行, 即使第一衬底台 50 移动完全离开处于曝光位置的第二衬底台 80, 并且因此第一衬底台 50 的第一位移传感器 51 和第二位移传感器 52 无法测量相对于用于第一位移测量系统 40 和第二位移测量系统 45 的目标的位移。因此, 在如图 7a 至 7h 所描述的转换过程期间, 第一衬底台 50 的位移由包括第一衬底台 50 的位移传感器 51、52、53、54 和多个目标以及附加目标 91、92、93、94、95、96 的第三位移测量系统测得, 所述的多个目标包括第一位移测量系统 44 和第二位移测量系统 45 中使用的某些目标。

可以特别选择附加目标 91、92、93、94、95、96 (目标 91 和 92 未在图 7c 中示出) 的位置以便于确保足够数量的位移传感器与总是可以确定衬底台的位移的相应目标对准。例如, 可以小心选择在 x 方向上与第一位移测量系统 44 和第二位移测量系统 45 的目标分离、在 y 方向上是细长的并且在湿交换已经完成之后在衬底台从曝光位置朝向计量位置移动期间用来为衬底台的第一位移传感器 51 和第二

位移传感器 52 提供目标的附加目标 95 的位置。具体地说,可将其定位,使得在第一位移传感器 51 和第二位移传感器 52 与细长的附加目标 95 对准时,第三位移传感器 53 和第四位移传感器 54 可与第一位移测量系统的第一目标 41 和/或第二目标 42 对准,当衬底台 50 在 y 方向上移动时,无需越过第一位移测量系统的目标 41、42、43、44 之间的空隙。

同样地,可定位附加目标 91、92、93、94、95、96 和任何其他目标之间的边界,使得针对预期的衬底台的移动,在移动方向上衬底台上任何位移传感器对之间的给定移动方向上的间距不同于预期的移动期间由这些位移传感器接近的两个目标之间的相应边界的该方向上的间距。因此,确保在任一时刻只有一个位移传感器跨越两个目标之间的边界并且无法提供可靠的位移测量是可能的。

为了使所用目标、具体为附加目标的尺寸最小,可以配置布置,使得在第一衬底台 50 从曝光位置转移至计量位置期间有时只有其中两个位移传感器能够测量位移(其余两个或者不能对准目标或者不能与两个目标之间的边界对准)。因此,为了确保第三位移测量系统总是能够在所有六个自由度上确定衬底台 50 的位移,例如可以修改位移传感器中的一个或多个,使得如果设备只在 x-y 平面上起作用,其可以测量 x 和 y 方向上的衬底台的相应部分的位移,并且如果设备监控所有六个自由度上的位移,则其可以测量 x、y 和 z 方向上的衬底台的相应部分的位移。因此,在所期望的程度上完全确定衬底台 50 的位移是可能的,即使只有其中两个位移传感器能够测量位移,假如这两个传感器的其中之一是经修改的传感器的其中之一。

在这种经过修改的系统中,如果期望确定衬底台绕 x 和 y 轴的旋转,例如为了确定除放置位移传感器的那些点以外的衬底台的若干点的 z 方向上的精确位移,则经修改的传感器还包括 z 方向上位移测量的第二点,所述的 z 方向上位移测量的第二点与该传感器内 z 位移测量的原点分离。然而,由于位移传感器的有限尺寸,间距相对

较小并且因此由两个 z 位移测量值的比较确定的任何角位移可能不如通过比较来自两个分离的位移传感器的 z 位移测量值所确定的角位移精确。

然而，应当意识到，在衬底台从曝光位置返回到计量位置并且由此到衬底卸载/装载位置（其可能在第二位移测量系统工作的区域内，即计量位置）的过程中，像计量操作期间移动时、从计量位置到曝光位置的移动时以及曝光期间移动时那样精确地测量位移可能是不重要的。这尤其是真实的，因为在衬底台返回到计量区域之后可立即将衬底从衬底台中移去。因此，上面讨论的潜在的缺点可证明并非是随之发生的。此外，应当意识到，如果使衬底台从曝光位置返回到测量位置的第三位移测量系统的期望精度不像分别用于曝光过程和计量过程期间测量衬底台的位移的第一位移测量系统和第二位移测量系统那样高，单独用于第三位移测量系统的附加目标 91、92、93、94、95、96 的期望精度可能不像用于第一位移测量系统和第二位移测量系统的目标的精度要求那样高。因此，可使用不太昂贵的目标。

为简便起见，图 7a 至 7h 中描述的布置仅仅描述了用来以顺时针方式交换第一衬底台 50 和第二衬底台 80 的附加目标。如上面就图 6a-f 的实施例所讨论的，为了转换回衬底台，即根据图 7h 所描述的布置，使第一衬底台 50 返回到曝光位置，衬底台可以如图 7a 至 7h 所描述的以顺时针方式继续交换。或者，如上面所讨论的，可以配置该设备，使得衬底台的转换可以为交替的顺时针和逆时针的，以便避免例如到衬底台的临时管缆连接之间的冲突。为了提供这种布置，应当在用于第一位移测量系统和第二位移测量系统的目标的相对侧为图 7a 至 7h 所示的附加目标 93、94、95、96 设置一组互补的 (complimentary) 附加目标 (图中未示出)。

图 8a 至 8h 描述了图 7a-h 所示的实施例的变型。许多变化与图 7a 至 7h 描述的布置相同并且将仅仅讨论其差别。同样地，相同的附

图标记用来指定共同部分。

图 7a 至 7h 中描述的布置与图 8a 至 8h 中描述的布置的主要差别在于：如图 8d、8e 和 8f 中所描述的，利用在 x 方向而不是 y 方向上一致移动的第一衬底台 50 和第二衬底台 80 来执行湿交换过程，
5 在该湿交换过程期间浸液喷头从第一衬底台 50 转移至第二衬底台 80。为了提供这种布置，设置了附加目标 100、101、102、103 以便在第二衬底台 80 移进用于湿交换的位置时精确测量第二衬底台 80 的位移，并且附加目标 104、105、106、107 是所期望的以便在第一衬底台 50 自湿交换不挡住第二衬底台 80 移动并且返回于此可再次
10 由第二位移测量系统 45 测量其位移的计量位置时精确测量第一衬底台 50 的位移。因此，如同图 7a 至 7h 描述的布置一样，利用附加目标 100、101、102、103、104、105、106、107 和同样用于第一位移测量系统和第二位移测量系统的目标的组合来设置第三位移测量系统。

15 如同图 7a 至 7h 所描述的布置一样，可选择图 8a 至 8h 中描述的布置的附加目标 100、101、102、103、104、105、106、107 的位置以确保足够数量的位移传感器总是与可确定衬底台位移的相应目标对准。例如，可定位附加目标 100、101、102、103、104、105、106、107 的每一个和任何另外的目标之间的边界使得对于台的任何预期移动来说，移动方向上的衬底台上任何位移传感器对之间的间距不同
20 于预期移动中由位移传感器接近的两个目标之间相应边界的该方向上的间距。另外，可以选择附加目标 100、101、102、103、104、105、106、107 的尺寸和位置以确保衬底台在其预期移动期间的任何位置上只有一个位移传感器在目标之间的空隙上方是对准的。

25 关于图 8a-h 中所示的实施例，至少在将衬底台从计量区域转移至曝光区域的过程中，位移测量系统可能能够像第一位移测量系统 40 和第二位移测量系统 45 的位移测量一样精确测量衬底台的位移。然而，仅仅期望精确测量从计量区域到曝光区域的整个位移。因此，

假如位移的终点可以相对于起点精确确定，就可放松用来测量位移的若干部分的第三位移测量系统的精度要求。

应当意识到，上面就图 7a 至 7h 所讨论的变型还可用于图 8a 至 8h 中描述的布置。具体地说，还应当意识到，图 8a 至 8h 中描述的
5 附加目标仅仅是所使用的以便执行衬底台的顺时针交换的那些附加目标。如果打算提供第一衬底台 50 和第二衬底台 80 的交替的顺时针和逆时针交换，可设置附加目标。

尽管在图 7a 至 8h 中，单独用于第三位移测量系统的附加目标已经作为多个分离的目标进行了描述，但是应当意识到，在所描述的
10 的任一种变型中，附加目标的任何其中两个可以组合以形成单个附加目标。

图 9a 至 9h 描述了按照本发明实施例的光刻设备的操作。如同图 6a-f 和图 7a-h 所示的实施例一样，该设备包括第一衬底台 50 和第二衬底台 80 以及被布置成分别在曝光区域和计量区域测量衬底台 50
15 和衬底台 80 的位移的第一位移测量系统 40 和第二位移测量系统 45。如图 9b 和 9c 所描述的，提供了 y 方向的湿交换以使浸液喷头从第一衬底台 50 转移至第二衬底台 80。其后，第二衬底台 80 的位移可以利用第一位移测量系统 40 来确定。如图 9d 和 9e 所描述的，第一衬底台 50 移动超过第一位移系统 40 的控制并且返回到计量位置，由
20 此处第一衬底台 50 又可移至衬底卸载位置和衬底装载位置。

如图 9d 和 9e 所描述的，在第一衬底台 50 的返回移动期间，不足数量的位移传感器可能能够确定衬底台的位移。因此，第一位移测量系统和第二位移测量系统不可能提供足够的精度以便于控制衬底台的移动。因此，设置第三位移测量系统用来利用例如增量尺
25 (incremental rule) 或任何其他适当的位移传感器测量衬底台相对于光刻设备的底座的位置，而不是相对于基准标架的位置。

应当意识到，第三位移测量系统可能明显不如第一位移测量系统和第二位移测量系统精确。这是因为第一位移测量系统和第二位

移测量系统测量衬底台相对于例如基准标架的位移，借助于使得从底座到基准标架的振动转移最小的隔振器将该基准标架安装到底座。相反地，第三位移测量系统测量衬底台直接相对于底座的位移。因此，通过其他部件转移到光刻设备底座的任何振动将减少位移测量的精度。然而，因为该系统仅仅在衬底上的曝光已经完成之后才使用，因此不需要衬底台位移的高度精确控制。相反，正如通过图 9a 至 9h 中描述的布置来设置的，第二位移测量系统在计量过程期间高度准确地测量衬底台的位移，接着例如利用附加目标 79 以上面就第二、第三、第四实施例所讨论的方式将衬底台转移至曝光区域使得继续高度准确地测量该衬底台的位移并且随后利用第一位移测量系统 40 高度准确地测量衬底台的位移，直至曝光过程完成。

如图 9g 所描述的，第三位移测量系统可能是足够精确的以便使第一衬底台 50 返回到其中曝光的衬底自衬底台 50 被卸除的位置。其后，如图 9h 所描述的，可将第一衬底台 50 转移至其中将新衬底装载到衬底台的位置。在对衬底执行计量过程之前，可能期望精确确定衬底台的绝对位置，在该位置上相对于第二位移测量系统的目标装载衬底。因此，期望使用位置测量系统来测量衬底台相对于基准标架的绝对位置。一旦已经确定了衬底台相对于基准标架的绝对位置，利用第一位移测量系统和第二位移测量系统的衬底台位移的继续测量可以用来确定任何时刻的衬底台的位置，直至曝光完成。

用来测量衬底台相对于基准标架的绝对位置的位置测量系统可以是例如在 US 6,875,992 中公开的位置测量系统，US 6,875,992 的内容通过引用而被结合于本文。在这种位置传感器中，辐射源安装到基准标架上并且将辐射射束引导至安装到衬底台上的反射器，所述反射器被构造为沿着平行于入射光路径但是已移位的返回路径反射自辐射发射的光。位移量取决于衬底台的位置并且由邻近辐射源安装的二维辐射检测器来测量。三个这样的装置可以组合到一个系统中以便于在所有六个自由度上测量衬底台的位置。然而，这个过程

可能会化费一些时间，从而减少了该设备的生产量。例如，该设备的整个 TACT 时间可能是 7 秒而确定衬底台的位置所花费的时间可能是 0.3 秒。因此使设备延迟这个时间量以便于测量衬底台的位置表示明显的生产量损失。

5 然而，按照本发明的特定实施例，可以配置用来确定衬底台相对于第二位移测量系统的目标的绝对位置的位置传感器，使得位置测量可以执行同时将衬底装载到衬底台上。因此，没有时间损失并且因此没有生产量损失。此外，与例如在上面就图 6a-f 和 7a-h 的实施例讨论的布置相比较，这种布置可能是有益的，其中衬底台的位
10 移利用高精度测量系统进行连续测量并且其中在正常的处理周期内未确定衬底台的绝对位置。这是因为在这种布置中，由于衬底处理器在一段时间内可能阻止位移传感器能够测量相对于目标的位移，在已经将衬底从衬底台卸载之后，使衬底台可以移至衬底装载位置之前，衬底台可能需要保持不动。因为每当衬底台移至衬底装载位
15 置时确定衬底台的绝对位置，所以这个问题在图 9a-h 所示的实施例中消除。因此，从卸载位置到装载位置的衬底台的移动中的任何不准确性不是相关的，并且不需要使衬底台保持在衬底卸载位置直至晶片处理器已经清除了位移传感器和目标之间的空间。

应当意识到，在将衬底装载到衬底台的过程期间，测量衬底台
20 相对于基准标架的位置的过程可以与上面讨论的本发明的任何实施例一起使用。具体地说，如果第三位移测量系统不像第一位移测量系统和第二位移测量系统那样精确的话，就图 7a-h 的实施例来说，这可能尤其有用。

还将会理解，如同图 6a-f 和 7a-h 的实施例一样，可直接布置图
25 9a-h 的实施例，使得第一衬底台 50 和第二衬底台 80 通过顺时针交换进行重复转换或者还可布置成通过顺时针交换和逆时针交换交替进行转换。

尽管在本文中可能具体提到了在 IC 制造中使用光刻设备，但是

应当理解，本文所述的光刻设备可能具有其他应用，例如，制造集成光学系统、磁畴存储器的制导和检测图案、平板显示器、液晶显示器(LCD)和薄膜磁头等。应当意识到，在这种可选用的应用情况中，本文中术语“晶片”或“管芯”的任何用法可被认为分别与更通用的术语“衬底”或“目标部分”是同义的。本文提到的衬底可在曝光之前或之后在例如导向装置(track)(一种通常将光刻胶层施加于衬底并显影曝光的光刻胶的工具)、计量工具和/或检查工具中被处理。在可适用的地方，本文的公开内容可适用于这种和其他衬底处理工具。另外，例如为了形成多层 IC，衬底可经过不止一次的处理，以使本文所使用的术语衬底还可指已经包含多个经过处理的层的衬底。

尽管上面可能具体提到了在光学光刻的情况中使用本发明的实施例，但是将意识到，本发明可用于其他应用，例如压印光刻，并且在情况允许的地方，本发明不限于光学光刻。在压印光刻中，图案形成装置中的图像限定在衬底上形成的图案。图案形成装置的图像可被压入供给衬底的光刻胶层，在衬底上通过加电磁辐射、加热、加压或其组合使光刻胶固化。在光刻胶被固化后，将图案形成装置移离光刻胶，而图案留在光刻胶中。

本文所使用的术语“辐射”和“射束”包含所有类型的电磁辐射，包括紫外(UV)辐射(例如具有大约 365、355、248、193、157 或 126nm 或大约 365、355、248、193、157 或 126nm 的波长)和远紫外(EUV)辐射(例如具有范围在 5-20nm 内的波长)以及如离子束或电子束的粒子束。

在情况允许的地方，术语“透镜”可指各种类型的光学部件的任何一种或组合，包括折射光学部件、反射光学部件、磁光学部件、电磁光学部件和静电光学部件。

虽然在上面对本发明的特定实施例进行了描述，但是将意识到，可以与所述的不同的方式来实施本发明。例如，本发明可采用描述上面公开的方法的、包含一个或多个机器可读指令序列的计算机程序的形式，或者采用将这样的计算机程序存储在其中的数据存储介

质(例如半导体存储器、磁盘或光盘)的形式。

上面的描述是用于说明而不是限制。因而,对本领域的技术人员来说显而易见的是,只要未背离下面所陈述的权利要求书的范围,可对所描述的本发明进行修改。

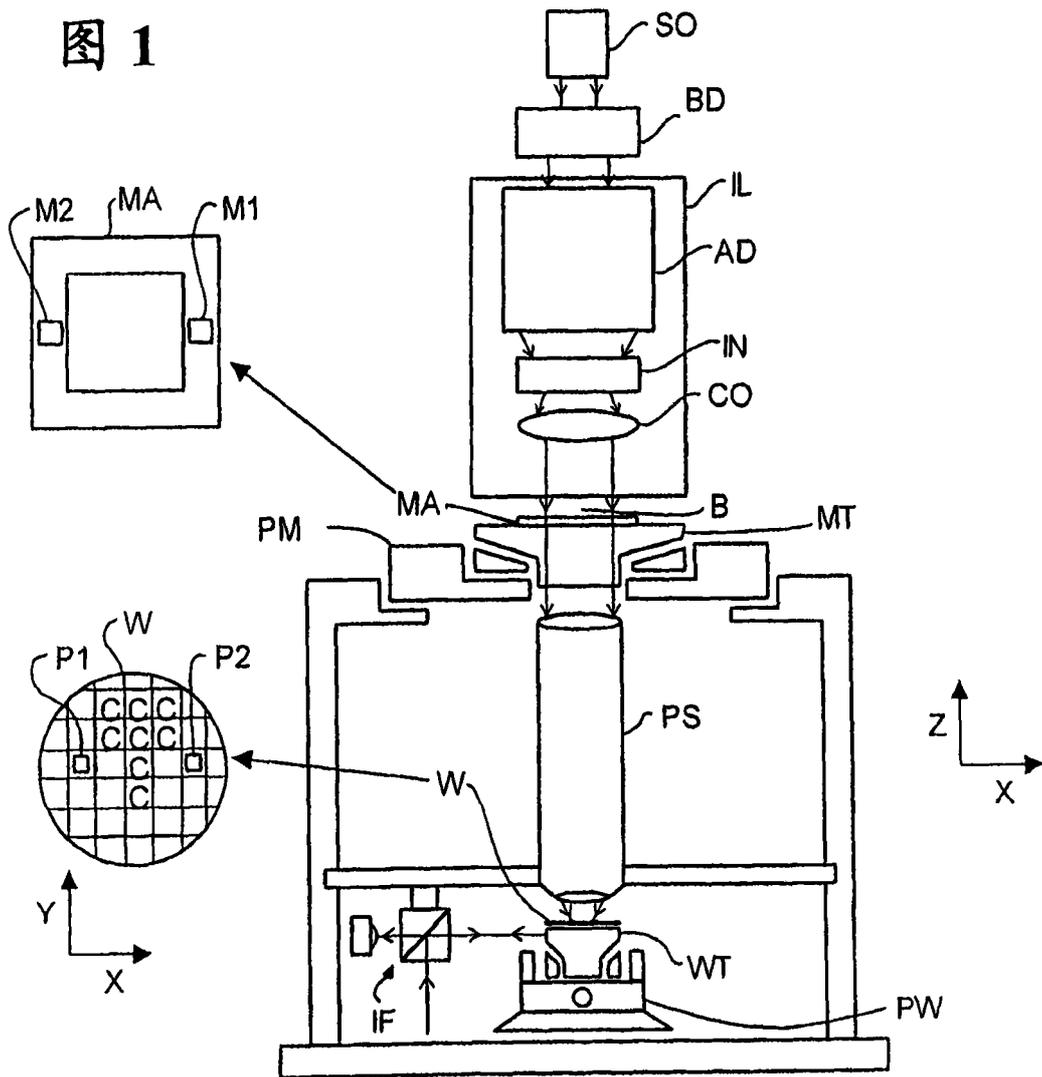
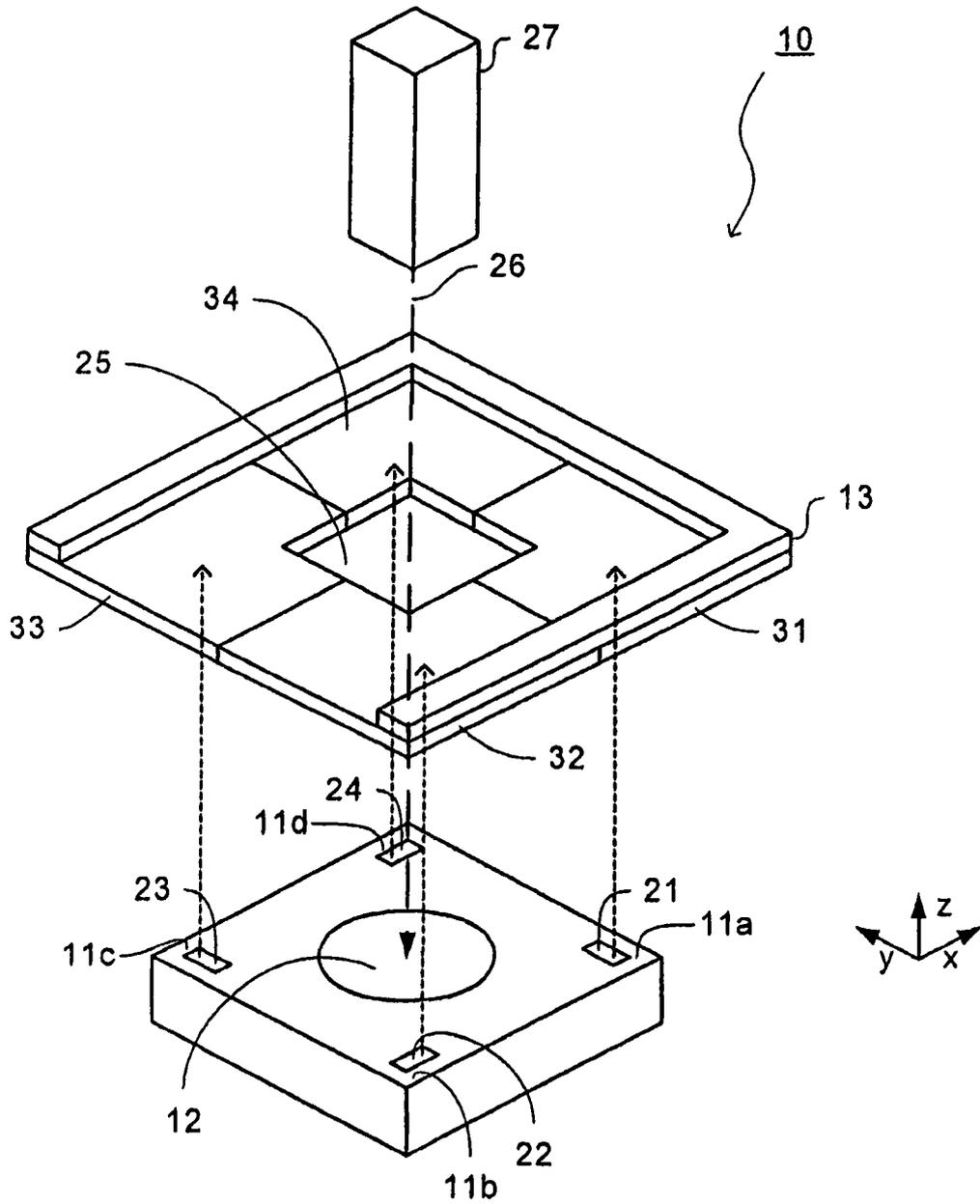


图 2



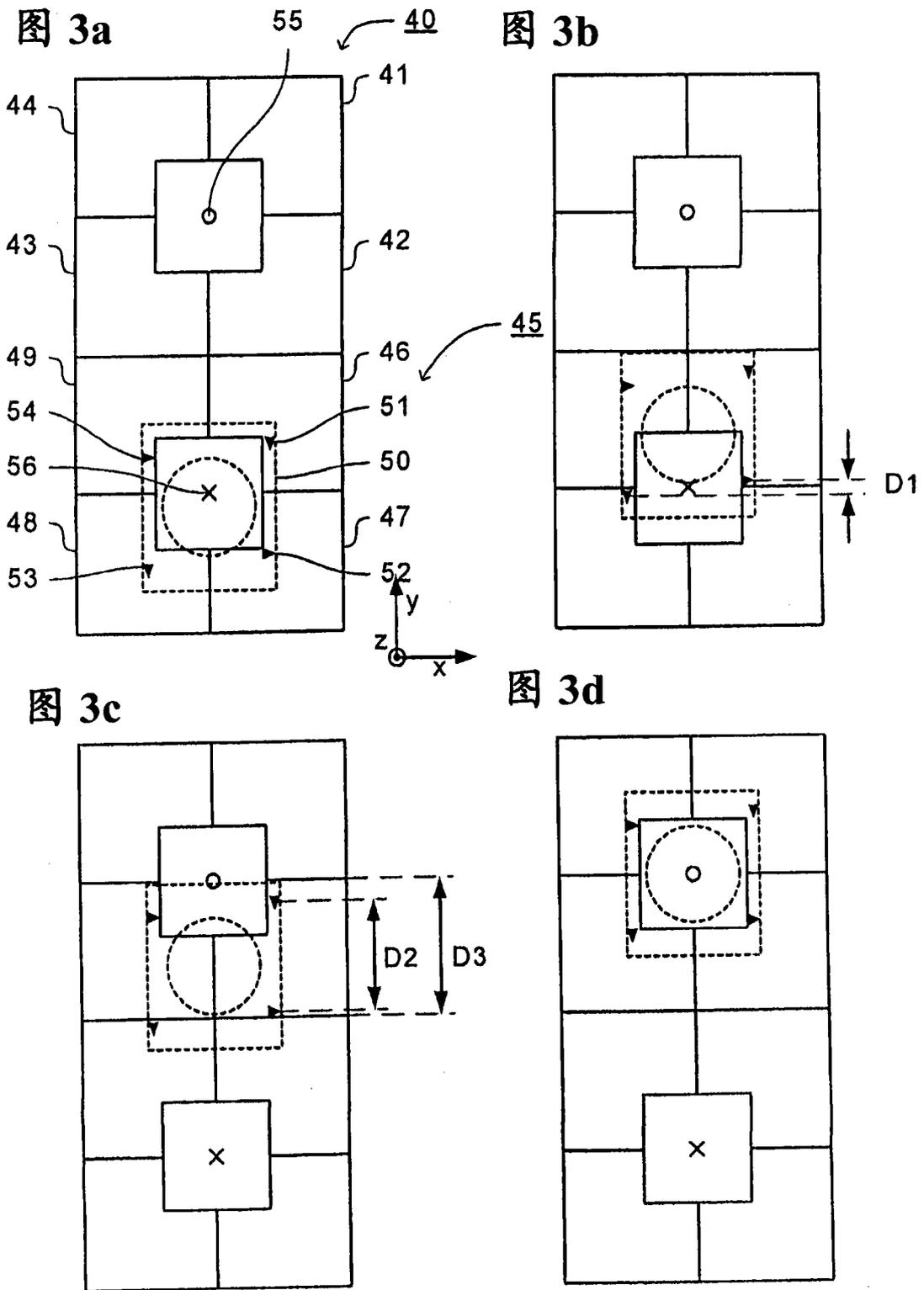


图 3e

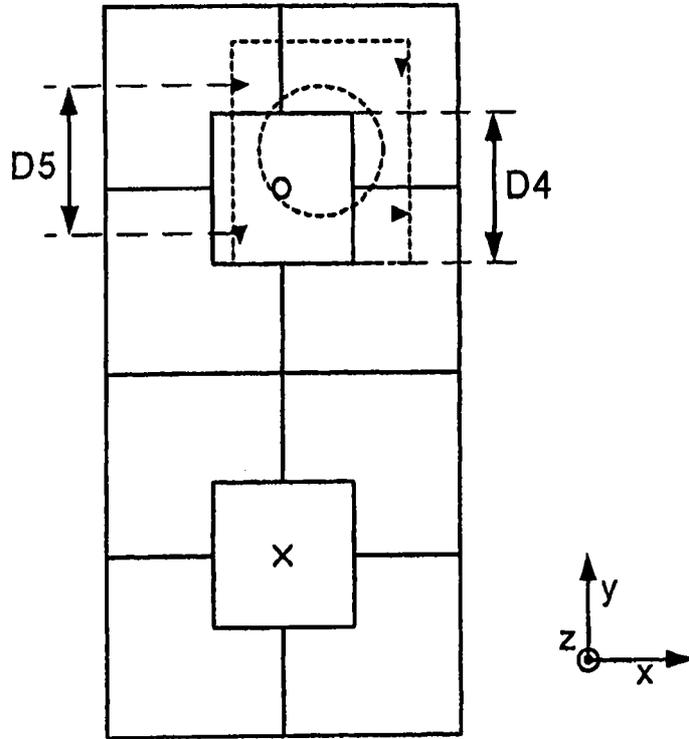


图 3f

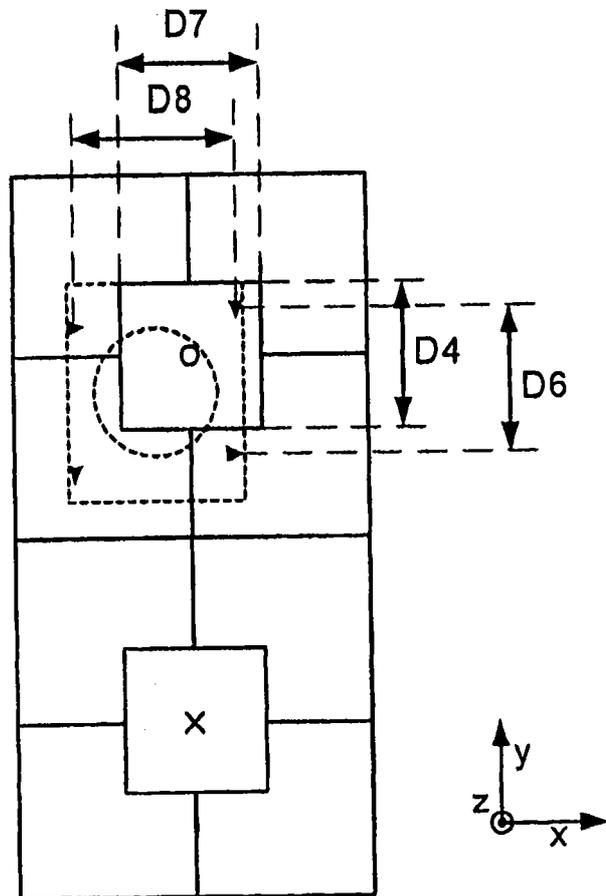


图 4a

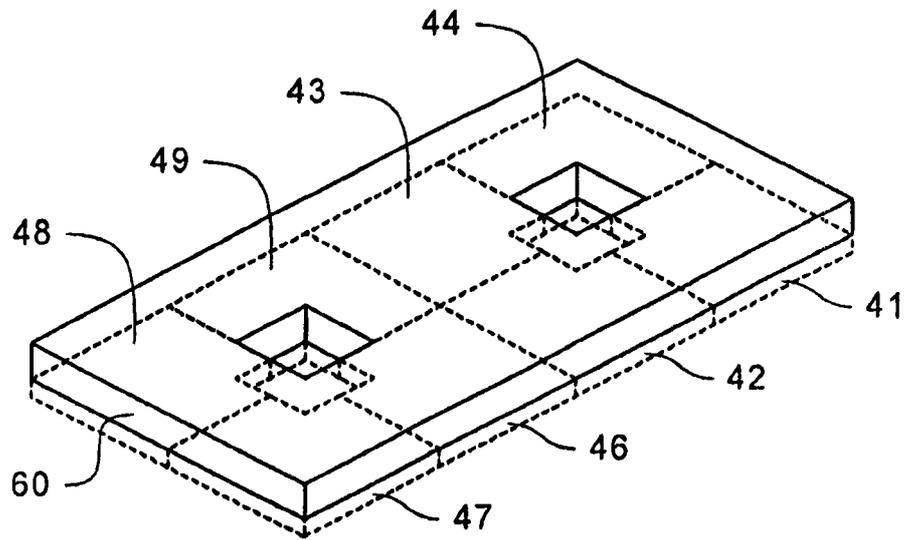


图 4b

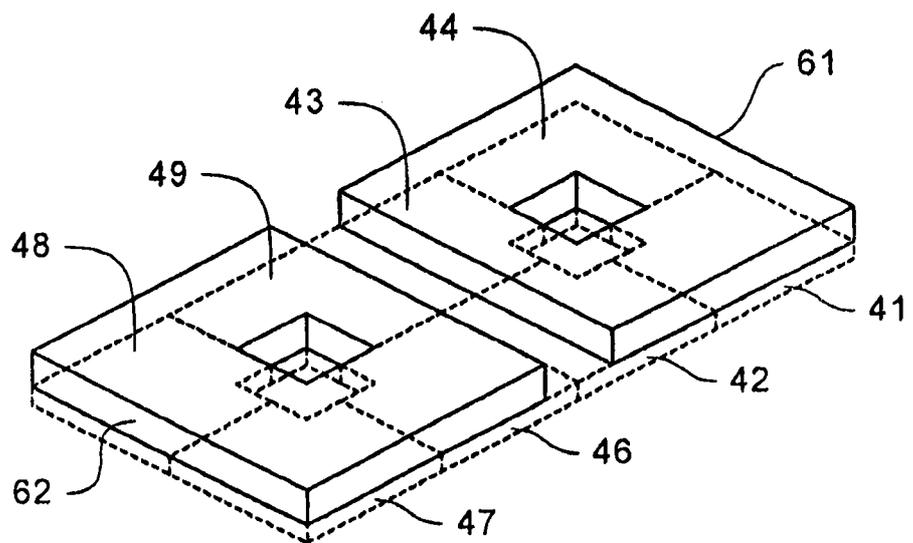


图 5a

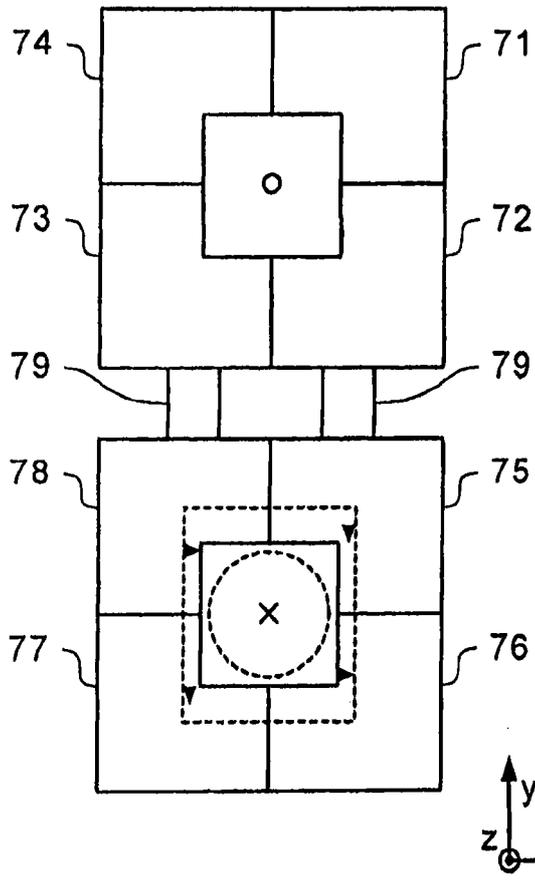


图 5b

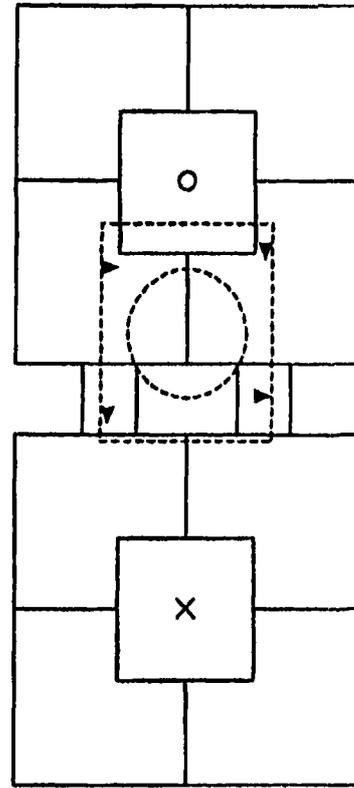


图 5c

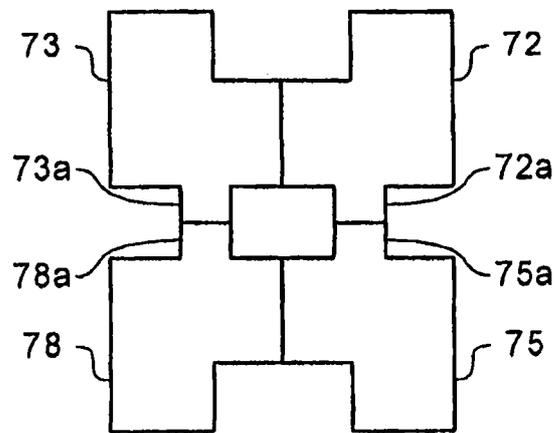


图 6e

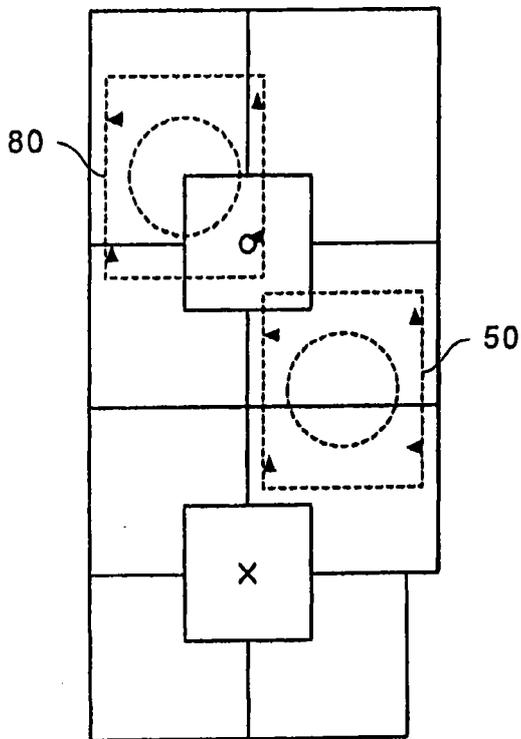


图 6f

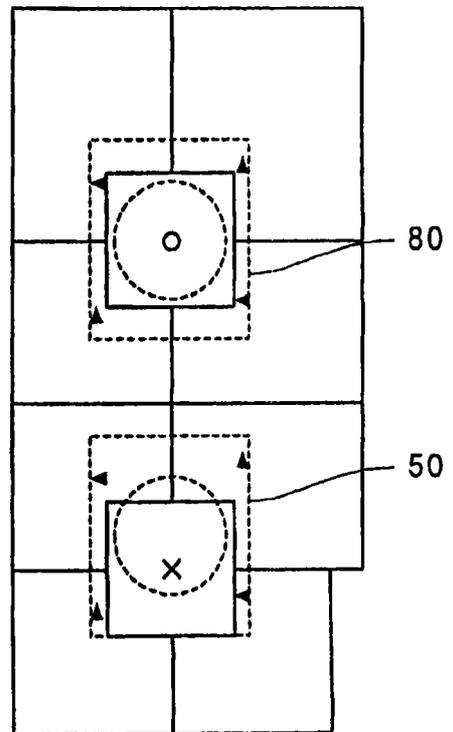


图 7a

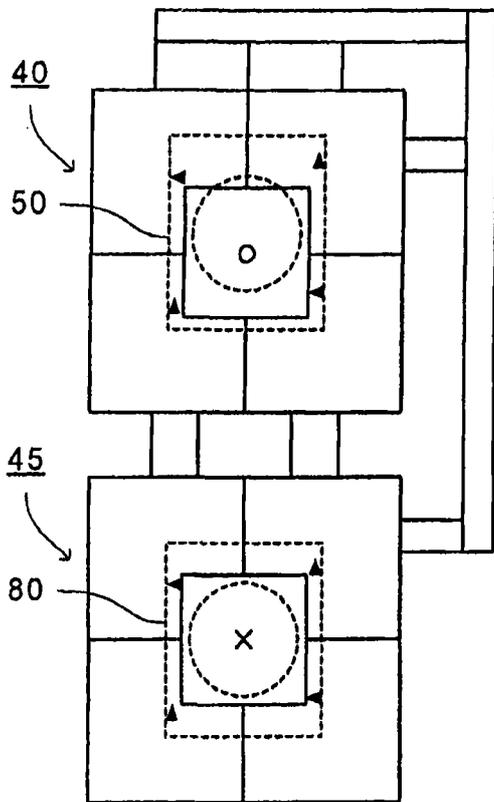


图 7b

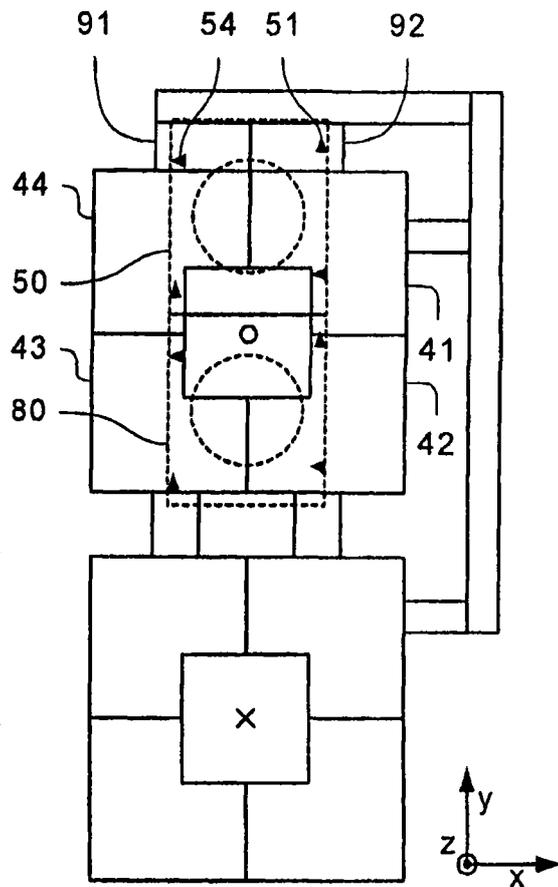


图 7c

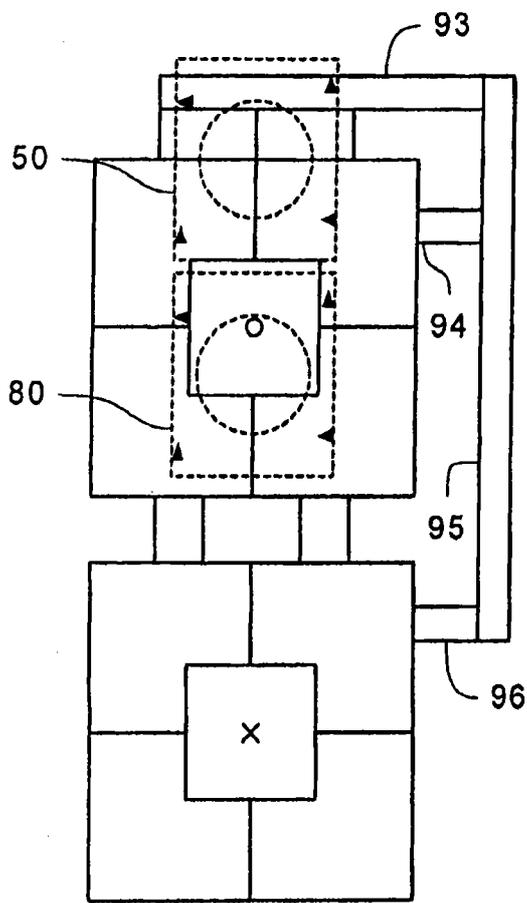


图 7d

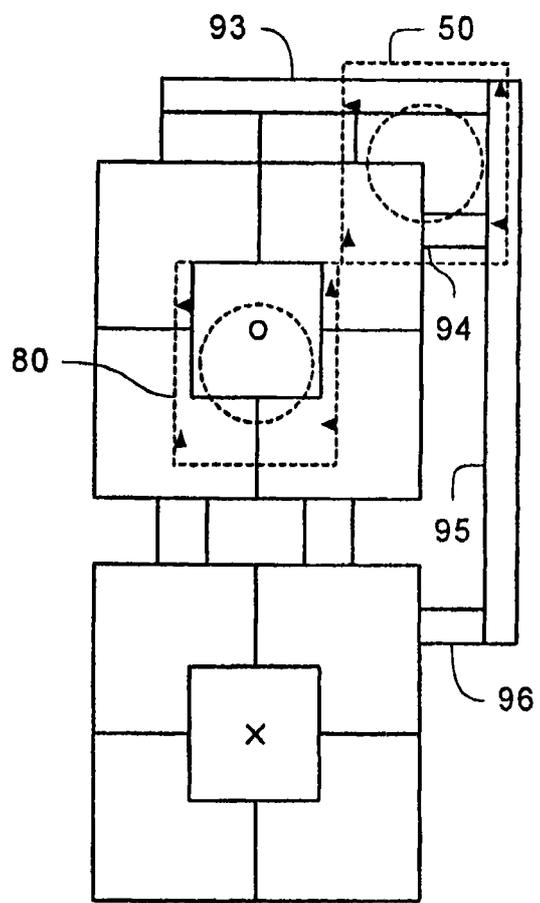


图 7e

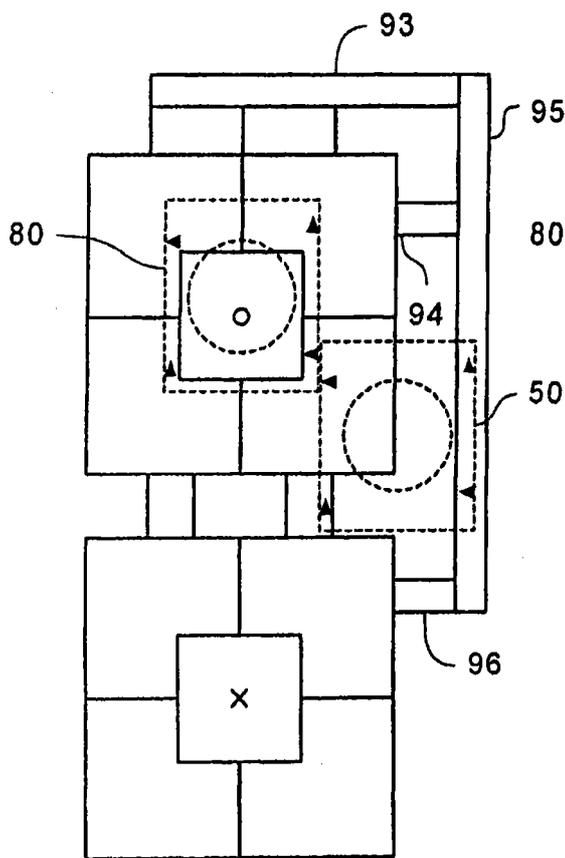


图 7f

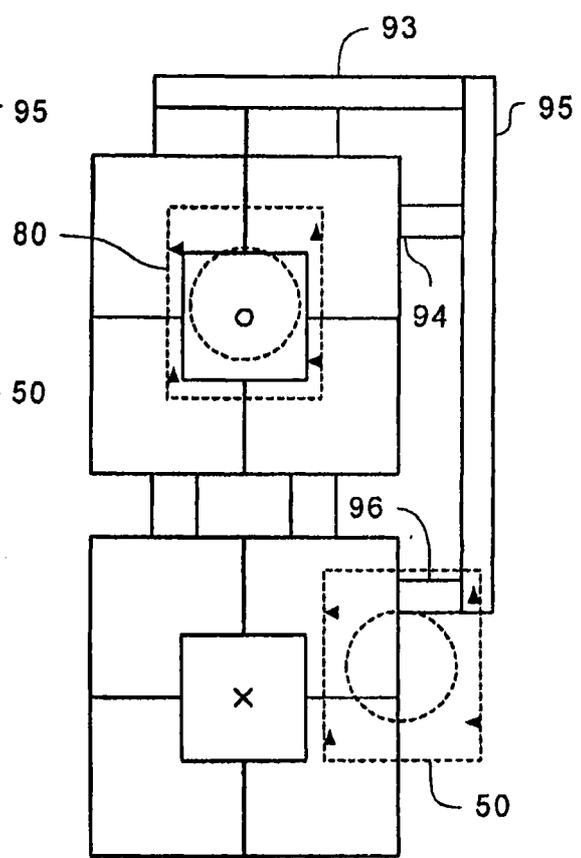


图 7g

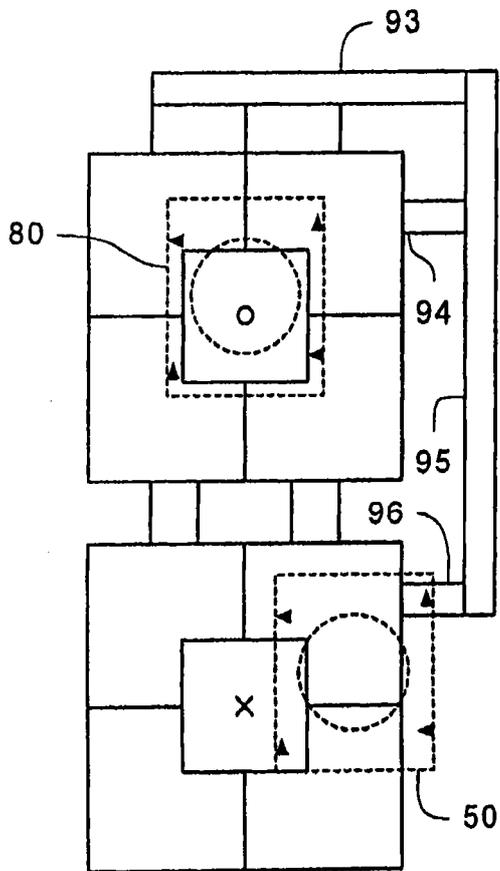


图 7h

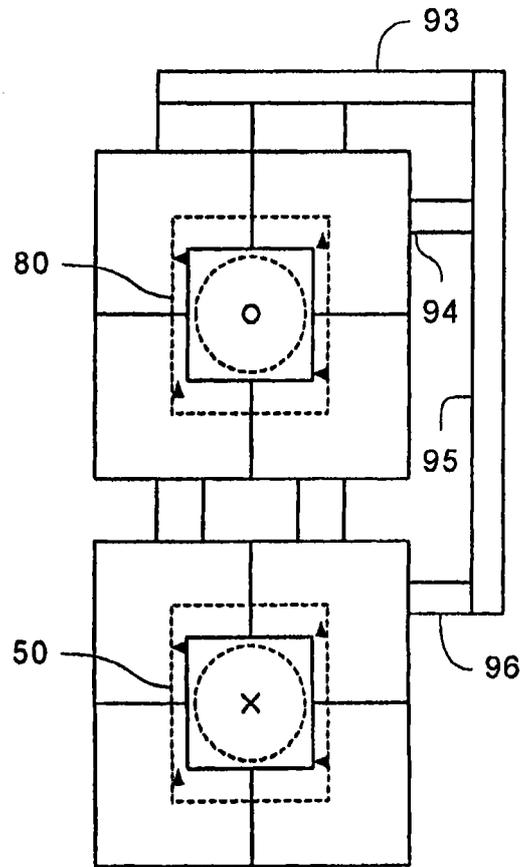


图 8a

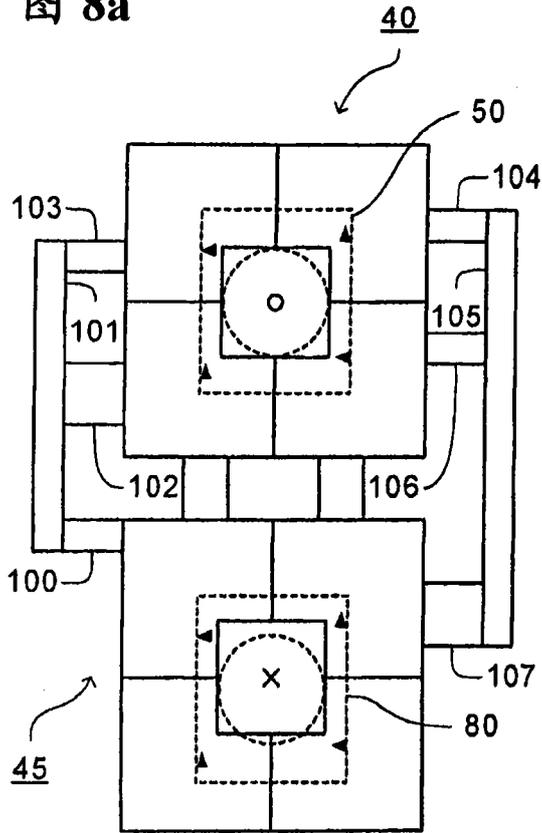


图 8b

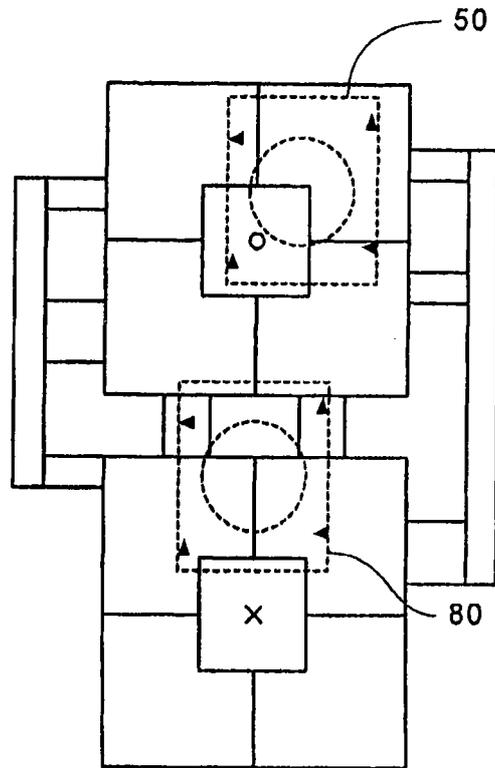


图 8c

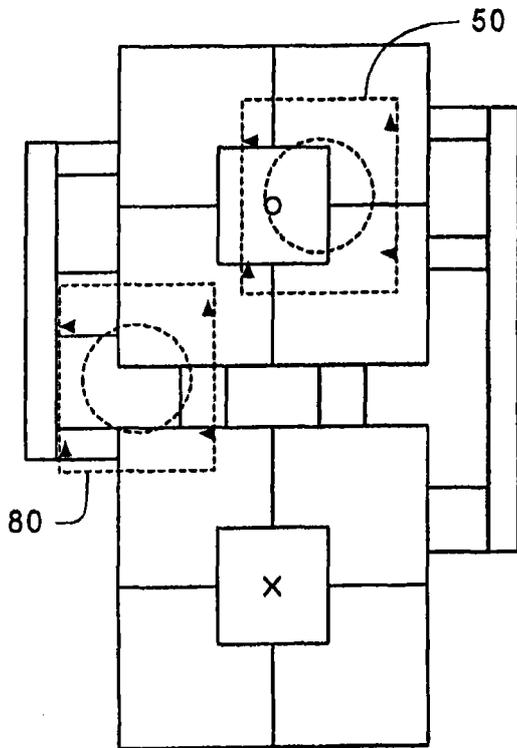


图 8d

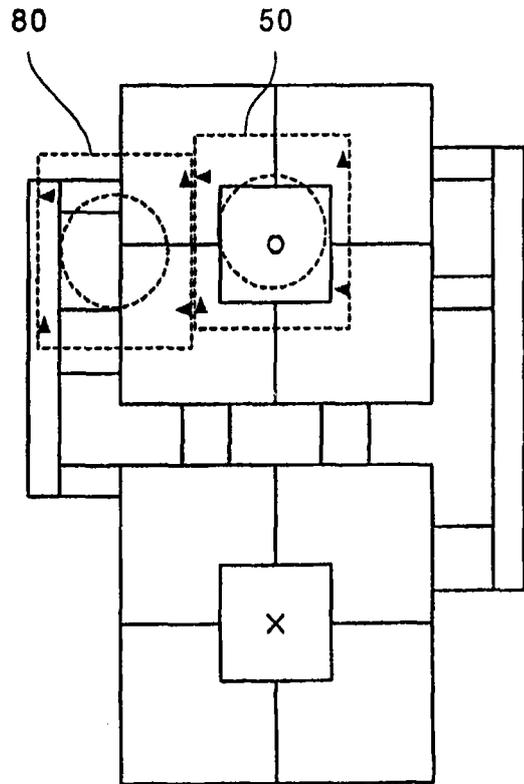


图 8e

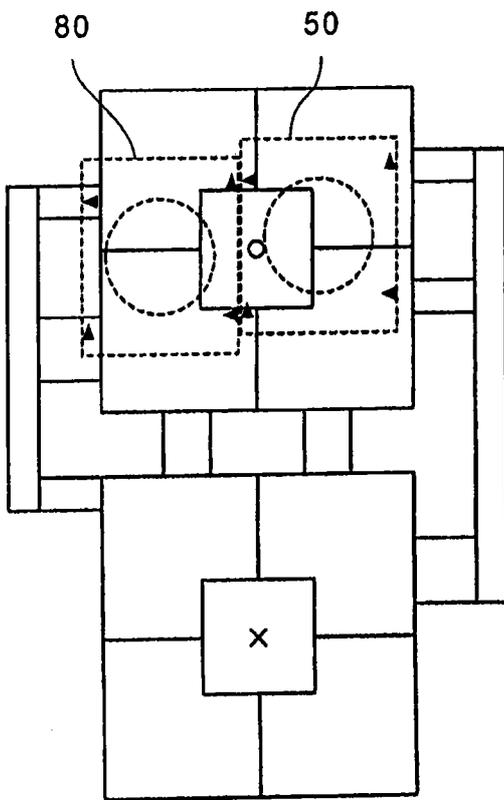


图 8f

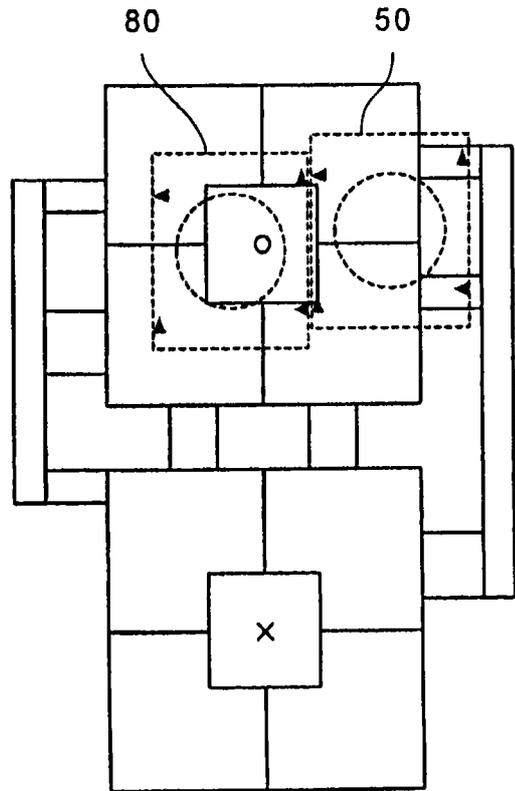


图 8g

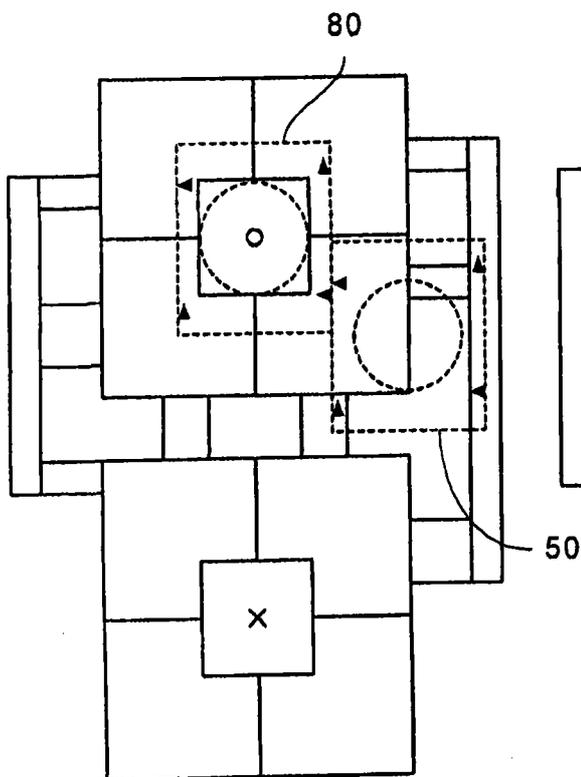


图 8h

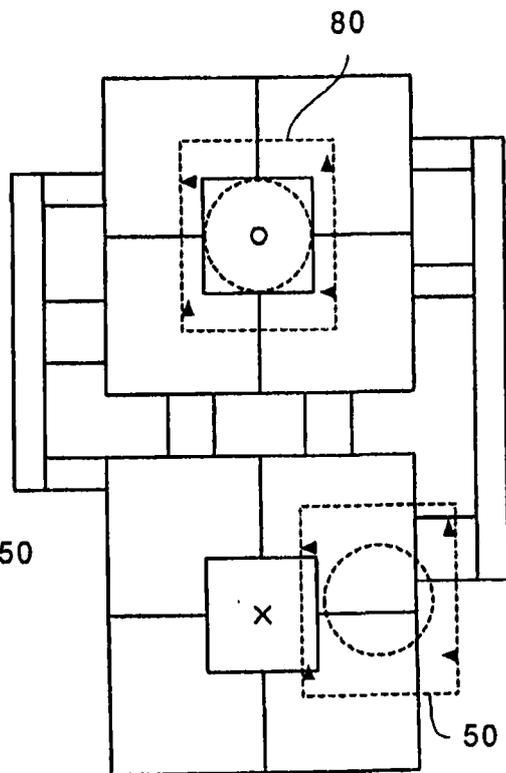


图 9a

图 9b

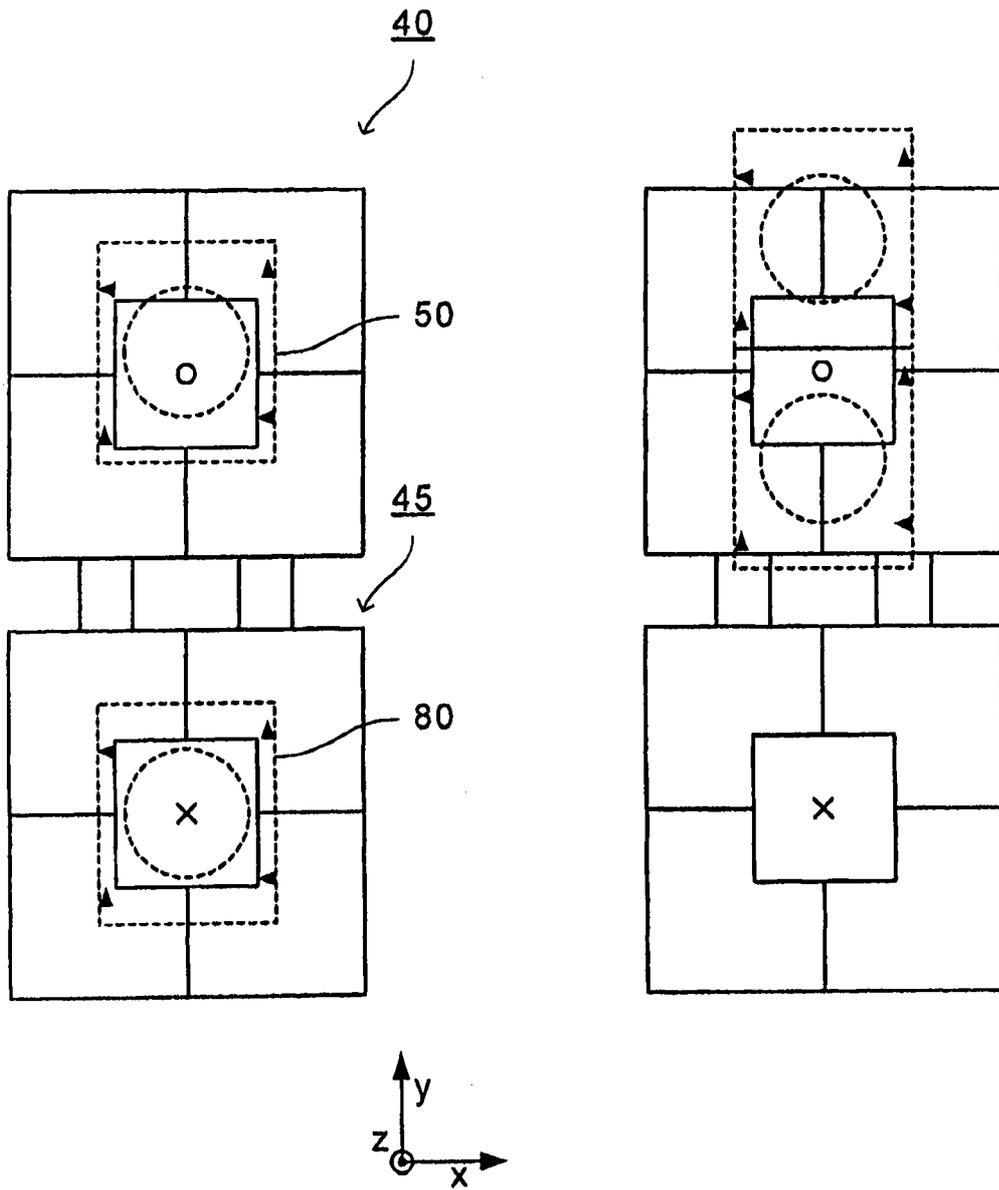


图 9c

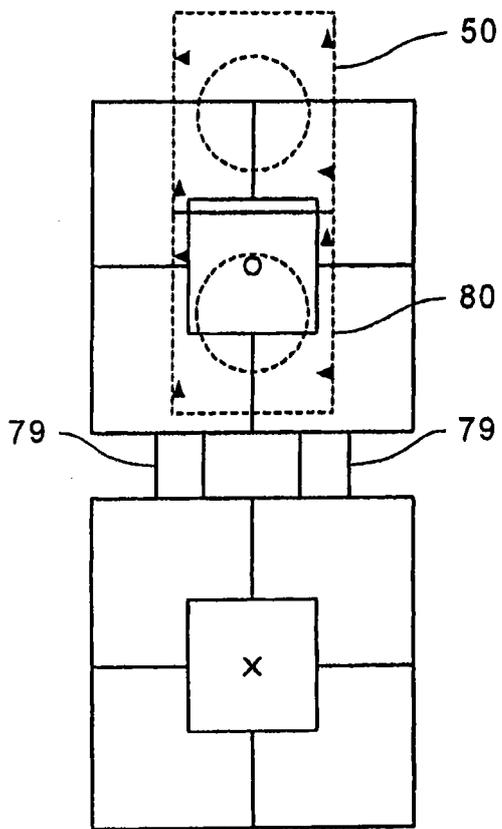


图 9d

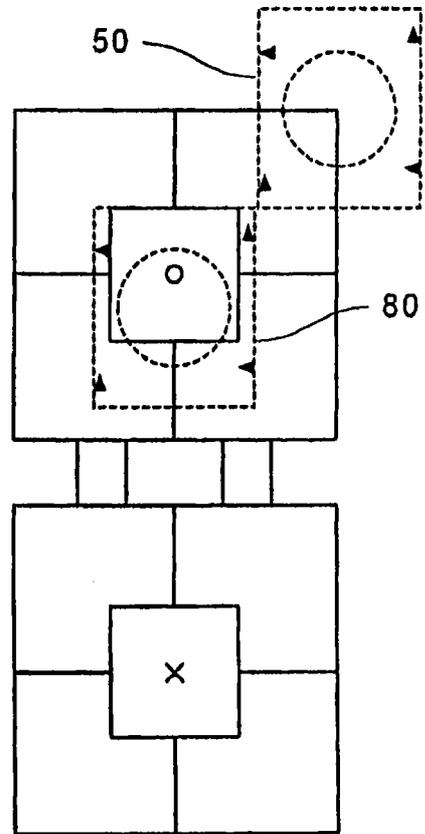


图 9e

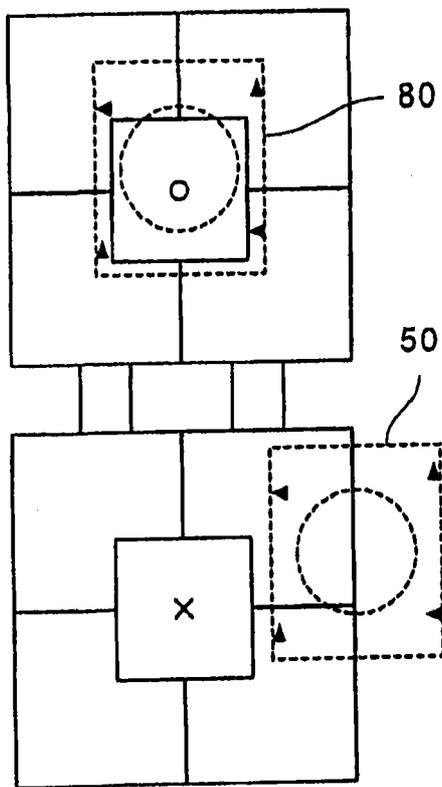


图 9f

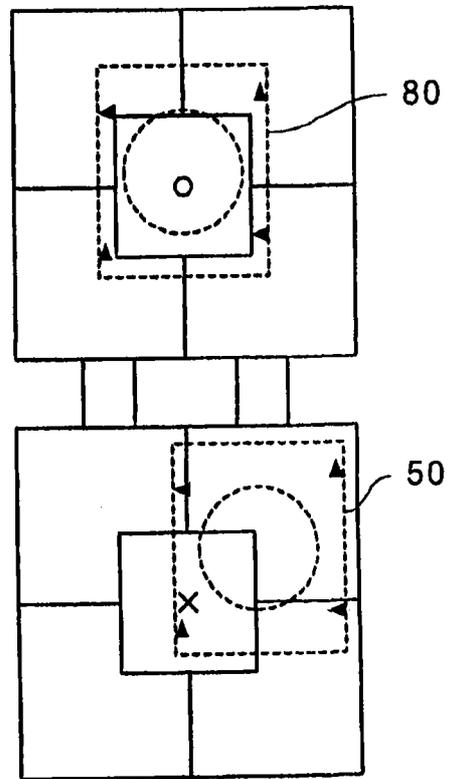


图 9g

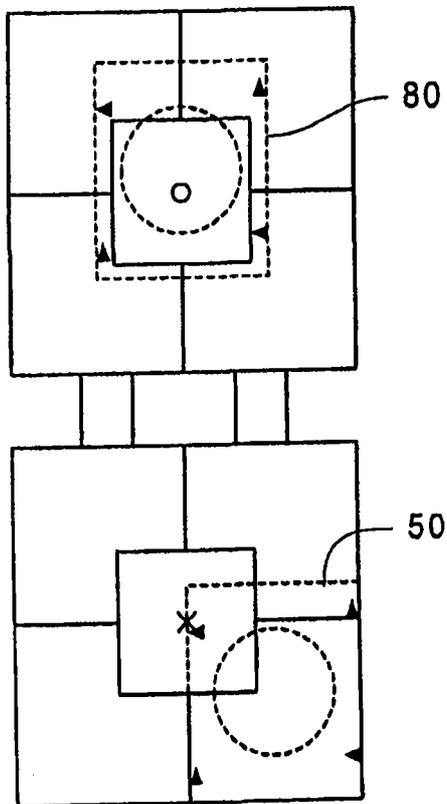


图 9h

