

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G03F 7/20 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910131505.0

[43] 公开日 2009年10月7日

[11] 公开号 CN 101551598A

[22] 申请日 2009.4.3

[21] 申请号 200910131505.0

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清
华大学专利办公室

[72] 发明人 朱煜 张鸣 汪劲松 田丽
徐登峰 尹文生 段广洪 胡金春

[74] 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司
代理人 邸更岩

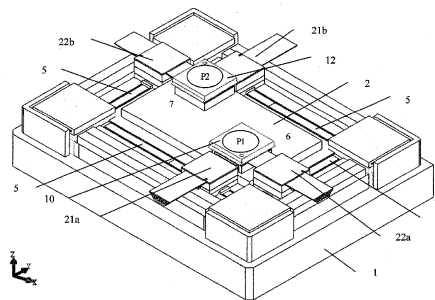
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

[54] 发明名称

一种光刻机硅片台双台交换系统

[57] 摘要

一种光刻机硅片台双台交换系统，该系统含有运行于曝光工位的硅片台和运行于预处理工位的硅片台，每个硅片台各由一个六自由度微动台承载，硅片台和六自由度微动台构成一个硅片台组，两个硅片台组设置在同一长方形的基台上。在基台每边分别设有一组双自由度驱动单元，两个硅片台组通过气浮轴承悬浮在基台上表面；硅片台组的六自由度微动台结构分上下两层，可实现 6 自由度控制，基台长边的双自由度驱动单元与六自由度微动台外壳连接，驱动整个硅片台组在水平面上运动，基台短边的双自由度驱动单元与六自由度微动台上层定子线圈骨架连接，驱动六自由度微动台上层定子线圈在水平面上运动。本发明避免了因硅片台交换采用对接导轨所带来的要求极高的加工和装配精度，以及需增加对接辅助装置等缺陷，大大简化了系统结构。



1. 一种光刻机硅片台双台交换系统，该系统含有运行于曝光工位(6)的第一硅片台(10)和运行于预处理工位(7)的第二硅片台(12)，每个硅片台分别由一个六自由度微动台承载，硅片台和六自由度微动台构成一个硅片台组，六自由度微动台采用洛伦兹电机驱动，所述的两个硅片台设置在一长方形基台上表面(2)，设长边为X方向，短边为Y方向，在基台(1)两长边分别设有X方向第一双自由度驱动单元(21a)和X方向第二双自由度驱动单元(21b)，两短边分别设有Y方向第一双自由度驱动单元(22a)和Y方向第二双自由度驱动单元(22b)，双自由度驱动单元由上直线电机和下直线电机进行驱动，其特征在于：每个硅片台组的六自由度微动台有上下两层驱动器，上层为水平方向驱动器，下层为垂直方向驱动器，上层驱动器实现X方向、Y方向和绕Z轴旋转的运动，下层驱动器实现Z方向、绕X轴旋转和绕Y轴旋转的运动；六自由度微动台基座(62)与X方向第一双自由度驱动单元(21a)的推杆(35)固定，六自由度微动台上层驱动器的定子线圈(63)与Y方向第一双自由度驱动单元(22a)的推杆(35)固定；

该系统双硅片台的交换过程：在交换时，首先，两硅片台组六自由度微动台上层驱动器的定子线圈(63)分别与对应的上层驱动器转子磁钢(64)完全分离，两六自由度微动台上层驱动器的定子线圈(63)不交换，两硅片台交换工位，然后，位于曝光工位的六自由度微动台上层驱动器的定子线圈(63)插入运行至曝光工位的六自由度微动台上层驱动器转子磁钢(64)间隙内，位于预处理工位的六自由度微动台上层驱动器的定子线圈(63)插入运行至预处理工位的六自由度微动台上层驱动器转子磁钢(64)间隙内，之后进入下一工作循环。

2. 按照权利要求1所述的一种光刻机硅片台双台交换系统，其特征在于：所述的六自由度微动台的上层驱动器使用至少3个洛伦兹电机；下层驱动器至少使用3个洛伦兹电机。

3. 按照权利要求2所述的一种光刻机硅片台双台交换系统，其特征在于：所述的六自由度微动台的上层驱动器使用4个洛伦兹电机，六自由度微动台的下层驱动器使用4个洛伦兹电机。

4. 按照权利要求1所述的一种光刻机硅片台双台交换系统，其特征在于：六自由度微动台的上下两层驱动器的转子磁钢均固定在同一个骨架上并悬浮在硅片台中；当六自由度微动台停止工作时，微动台下层驱动器悬浮的转子磁钢(66)落在机械零位(67)上。

5. 按照权利要求1所述的一种光刻机硅片台双台交换系统，其特征在于：在所述的双自由度驱动单元的上直线电机的导轨和下直线电机的导轨上分别安装有用作双自由度驱动单元位置反馈的线性光栅。

6. 按照权利要求1所述的一种光刻机硅片台双台交换系统，其特征在于：所述的光刻机硅片台双台交换系统还包含用于硅片台运动位置反馈的双频激光干涉仪。

一种光刻机硅片台双台交换系统

技术领域

本发明涉及一种光刻机硅片台双台交换系统，该系统应用于半导体光刻机中，属于半导体制造设备技术领域。

背景技术

在集成电路芯片的生产过程中，芯片的设计图形在硅片表面光刻胶上的曝光转印（光刻）是其中最重要的工序之一，该工序所用的设备称为光刻机（曝光机）。光刻机的分辨率和曝光效率极大的影响着集成电路芯片的特征线宽（分辨率）和生产率。而作为光刻机关键系统的硅片超精密运动定位系统（以下简称为硅片台）的运动精度和工作效率，又在很大程度上决定了光刻机的分辨率和曝光效率。

步进扫描投影光刻机基本原理如图 1 所示。来自光源 45 的深紫外光透过掩模版 47、透镜系统 49 将掩模版上的一部分图形成像在硅片 50 的某个 Chip 上。掩模版和硅片反向按一定的速度比例作同步运动，最终将掩模版上的全部图形成像在硅片的特定芯片（Chip）上。

硅片台运动定位系统的基本作用就是在曝光过程中承载着硅片并按设定的速度和方向运动，以实现掩模版图形向硅片上各区域的精确转移。由于芯片的线宽非常小（目前最小线宽已经达到 45nm），为保证光刻的套刻精度和分辨率，就要求硅片台具有极高的运动定位精度；由于硅片台的运动速度在很大程度上影响着光刻的生产率，从提高生产率的角度，又要求硅片台的运动速度不断提高。

传统的硅片台，如专利 EP 0729073 和专利 US 5996437 所描述的，光刻机中只有一个硅片运动定位单元，即一个硅片台。调平调焦等准备工作都要在上面完成，这些工作所需的时间很长，特别是对准，由于要求进行精度极高的低速扫描（典型的对准扫描速度为 1 mm/s），因此所需时间很长。而要减少其工作时间却非常困难。这样，为了提高光刻机的生产效率，就必须不断提高硅片台的步进和曝光扫描的运动速度。而速度的提高将不可避免导致系统动态性能的恶化，需要采取大量的技术措施保障和提高硅片台的运动精度，为保持现有精度或达到更高精度要付出的代价将大大提高。

专利 W098/40791（公开日期：1998.9.17；国别：荷兰）所描述的结构采用双硅片台结构，将上下片、预对准、对准等曝光准备工作转移至第二个硅片台上，且与曝光硅片台同时独立运动。在不提高硅片台运动速度的前提下，曝光硅片台大量的准备工作由第二个硅片台分担，从而大大缩短了每片硅片在曝光硅片台上的工作时间，大幅度提高了生产效率。然而该系统存在的主要缺点在于硅片台系统的非质心驱动问题。

本申请人在 2007 年申请的发明专利“一种光刻机硅片台双台交换系统”

(公开号: CN101101454)公开了一种光刻机的双台交换系统,其具有结构简单,空间利用率高优点,进而提高光刻机的曝光效率。但是该双硅片台系统也存在一些问题,一是由于多处采用气浮轴承结构,对于零部件的加工和装配的精度都要求微米级以上;二是硅片台的外型尺寸一致性要求高;三是参与交换的导轨之间很难安装用于检测相互位置的传感器,上直线导轨之间可能发生碰撞。

发明内容

针对现有技术的不足和缺陷,本发明的目的是提供一种新的光刻机硅片台双台交换系统,以克服已有硅片台双台交换系统结构复杂以及要求极高的加工和装配精度等缺点,使其具有结构简单,空间利用率高以及交换时不会发生双自由度驱动单元的上直线导轨之间发生碰撞等优点,进而提高光刻机的曝光效率。

本发明的技术方案如下:

一种光刻机硅片台双台交换系统,该系统含有运行于曝光工位6的第一硅片台10和运行于预处理工位7的第二硅片台12,每个硅片台分别由一个六自由度微动台承载,硅片台和六自由度微动台构成一个硅片台组,六自由度微动台采用洛伦兹电机驱动,所述的两个硅片台设置在一长方形基台上表面2,设长边为X方向,短边为Y方向,在基台1两长边分别设有X方向第一双自由度驱动单元21a和X方向第二双自由度驱动单元21b,两短边分别设有Y方向第一双自由度驱动单元22a和Y方向第二双自由度驱动单元22b,双自由度驱动单元由上直线电机和下直线电机进行驱动,其特征在于:每个硅片台组的六自由度微动台有上下两层驱动器,上层为水平方向驱动器,下层为垂直方向驱动器,上层驱动器实现X方向、Y方向和绕Z轴旋转的运动,下层驱动器实现Z方向、绕X轴旋转和绕Y轴旋转的运动;六自由度微动台基座62与X方向第一双自由度驱动单元21a的推杆35固定,六自由度微动台上层驱动器的定子线圈63与Y方向第一双自由度驱动单元22a的推杆35固定;

该系统双硅片台的交换过程:在交换时,首先,两硅片台组六自由度微动台上层驱动器的定子线圈63分别与对应的上层驱动器定子磁钢64完全分离,两六自由度微动台上层驱动器的定子线圈63不交换,两硅片台交换工位,然后,位于曝光工位的六自由度微动台上层驱动器的定子线圈63插入运行至曝光工位的六自由度微动台上层驱动器定子磁钢64间隙内,位于预处理工位的六自由度微动台上层驱动器的定子线圈63插入运行至预处理工位的六自由度微动台上层驱动器定子磁钢64间隙内,之后进入下一工作循环。

一种光刻机硅片台双台交换系统,其特征在于:所述的六自由度微动台的上层驱动器使用至少3个洛伦兹电机;下层驱动器至少使用3个洛伦兹电机。

一种光刻机硅片台双台交换系统,其特征在于:所述的六自由度微动台的上层驱动器使用4个洛伦兹电机,六自由度微动台的下层驱动器使用4个洛伦兹电机。

一种光刻机硅片台双台交换系统,其特征在于:六自由度微动台的上下两层驱动器的动

子磁钢均固定在同一骨架上并悬浮在硅片台中；当六自由度微动台停止工作时，微动台下层驱动器悬浮的动子磁钢 66 落在机械零位 67 上。

一种光刻机硅片台双台交换系统，其特征在于：在所述的双自由度驱动单元的上直线电机的导轨和下直线电机的导轨上分别安装有用作双自由度驱动单元位置反馈的线性光栅。

一种光刻机硅片台双台交换系统，其特征在于：所述的光刻机硅片台双台交换系统还包含用于硅片台运动位置反馈的双频激光干涉仪。

本发明与现有技术相比，具有以下突出性的优点：一是该系统的硅片台六自由度微动台的双层驱动单元的磁钢和线圈与硅片台和推杆之间分别固定，因此避免了装配时的极高精度要求。二是水平方向电磁驱动单元的动、定子之间气隙大，双台交换时不会发生碰撞，并且降低了系统零部件的安装精度要求。

附图说明

图 1 为光刻机的工作原理示意图。

图 2 为本发明提供的光刻机硅片台双台交换系统及其交换前的状态图。

图 3 显示了硅片台和六自由度微动台结构。

图 4 硅片台组六自由度微动台的双层驱动结构与双自由度驱动单元之间的联接方式。

图 5 硅片台组六自由度微动台下层垂直方向驱动单元的定子结构。

图 6 显示了交换前两个硅片台运动到交换位置的状态。

图 7、8 显示了交换时两个硅片台在交换位置的状态。

图 9 显示了系统完成交换后的状态。

图中：

1—基台；2—基台上表面；5—直线电机；6—曝光工位；7—预处理工位；10—第一硅片台；12—第二硅片台；21a—X 方向第一双自由度驱动单元；21b—X 方向第二双自由度驱动单元；22a—Y 方向第一双自由度驱动单元；22b—Y 方向第二双自由度驱动单元；35—推杆；45—光源；47—掩模版；49—透镜系统；50—硅片；62—微动台基座；63—微动台上层驱动器定子线圈；64—微动台上层驱动器动子磁钢；65—微动台下层驱动器定子线圈；66—微动台下层驱动器动子磁钢；67—机械零位。

具体实施方式

图 2 显示了光刻机硅片台双台交换系统的结构示意图，该系统含有基台 1，基台长边为 X 方向，短边为 Y 方向，有运行于曝光工位 6 的第一硅片台 10，运行于预处理工位 7 的第二硅片台 12，以及设置在基台边缘的 4 个沿 X 向和 Y 向运动的双自由度驱动单元。两个硅片台位于 4 个双自由度驱动单元围成的空间内，并通过气浮轴承悬浮在基台上表面。X 方向第一双自由度驱动单元 21a 的推杆与硅片台六自由度微动台基座 62 固结，Y 方向第一双自由度驱动单元 22a 的推杆与硅片台六自由度微动台上层驱动器定子线圈 63 固结。相同的，X 方向第

二双自由度驱动单元 21b 的推杆与硅片台六自由度微动台基座 62 固结, Y 方向第二双自由度驱动单元 22b 的推杆与硅片台六自由度微动台上层驱动器定子线圈 63 固结。

图 3、图 4 显示了硅片台和六自由度微动台与双自由度驱动单元之间的联接方式。硅片台六自由度微动台有上下两层驱动器, 通过 8 个洛伦兹电机可实现硅片台六自由度微动。洛伦兹电机由磁钢和线圈组成。上层的水平方向驱动单元实现 X 方向、Y 方向和绕 Z 轴方向的运动, 通过控制四个洛伦兹电机对硅片台施加推、拉或扭转作用; 下层的垂直方向驱动单元实现绕 X 轴方向、绕 Y 轴方向和 Z 方向的运动, 通过控制四个洛伦兹电机的作用力使硅片台升、降或扭转。

X 方向第一双自由度驱动单元 21a 的推杆与硅片台六自由度微动台基座 62 固结, X 方向第一双自由度驱动单元 21a 的上下直线电机驱动第一硅片台 10 沿 X 和 Y 方向的运动, Y 方向第一双自由度驱动单元 22a 的推杆与硅片台六自由度微动台上层驱动器定子线圈 63 固结来驱动硅片台六自由度微动台的水平方向微动, 并配合 X 方向第一双自由度驱动单元 21a 在基台上表面的运动。相同的, X 方向第二双自由度驱动单元 21b 的推杆与硅片台六自由度微动台基座 62 固结, X 方向第二双自由度驱动单元 21b 的上下直线电机驱动第二硅片台 12 沿 X 和 Y 方向的运动, X 方向第二双自由度驱动单元 22b 的推杆与硅片台六自由度微动台上层驱动器定子线圈 63 固结来驱动硅片台六自由度微动台的水平方向微动, 并配合 X 方向第二双自由度驱动单元 21b 在基台上表面的运动。

图 5 为硅片台六自由度微动台下层垂直方向驱动单元的定子结构。硅片台六自由度微动台有上下两层驱动器, 上下两层驱动器的动子磁钢均固定在同一个零件上并悬浮在硅片台中, 上层驱动器的定子线圈座与一个 Y 方向双自由度驱动单元的推杆连接, 下层驱动器的定子线圈固定在硅片台基座 62 上, 当两个硅片台进行交换时, 硅片台六自由度微动台上层驱动器定子线圈 63 完全撤出上层驱动器动子 64, 与此同时下层驱动器的定子 65 也停止工作, 悬浮的磁钢动子 66 落在机械零位 67 上。

系统完成硅片台双台交换的过程如图 6、图 7、图 8 和图 9 所示。硅片台 10 和 12 交换以前, 如图 6 所示硅片台所处位置作为起始位置, Y 方向第一双自由度驱动单元 22a 与硅片台六自由度微动台上层驱动器定子线圈 63 连接, X 方向第一双自由度驱动单元 21a 中的上直线导轨与硅片台 10 的微动台基座 62 固结, 从而驱动硅片台 10 在曝光工位 6 作曝光运动, 与此同时, Y 方向第二双自由度驱动单元 22b 与硅片台六自由度微动台上层驱动器定子线圈 63 连接, X 方向第二双自由度驱动单元 21b 中的上直线导轨与硅片台 12 的微动台基座 62 固结, 以此驱动硅片台 12 在预处理工位 7 作预处理运动。

在硅片台各自完成预处理和曝光工序后, 系统进入双台交换状态, 如图 8、图 9 和图 10 所示。此时硅片台 10 由 X 方向第一双自由度驱动单元 21a 通过下直线导轨 30 驱动向曝光工位方向运动, Y 方向第一双自由度驱动单元 22a 静止, 随着 X 方向第一双自由度驱动单元 21a

的移动，与 Y 方向第一双自由度驱动单元 22a 的推杆固结的硅片台六自由度微动台上层定子线圈撤出硅片台 10。另外一个硅片台 12 由 X 方向第二双自由度驱动单元 21b 通过下直线导轨 30 驱动向曝光工位方向运动，Y 方向第二双自由度驱动单元 22b 静止，随着 X 方向第二双自由度驱动单元 21b 的移动，与 Y 方向第二双自由度驱动单元 22b 的推杆固结的硅片台六自由度微动台上层定子线圈撤出硅片台 12。

当两硅片台分别沿 X 方向运动至图中所示位置时，Y 方向第一双自由度驱动单元 22a 开始沿 Y 方向向右移动，Y 方向第二双自由度驱动单元 22b 沿 Y 方向向左移动，直到分别与两硅片台六自由度微动台的上层定子间隙对齐到可以刚好插入为止。两个 X 方向双自由度驱动单元分别驱动两硅片台 10 和 12 沿 X 方向继续移动直至两定子线圈分别插入到位，至此完成了两硅片台的位置交换，系统进入下一个循环。

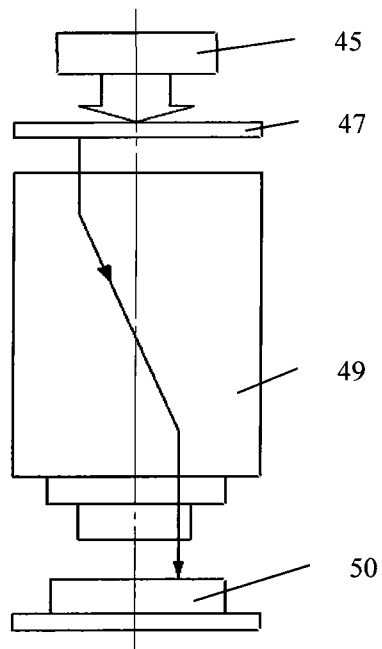


图 1

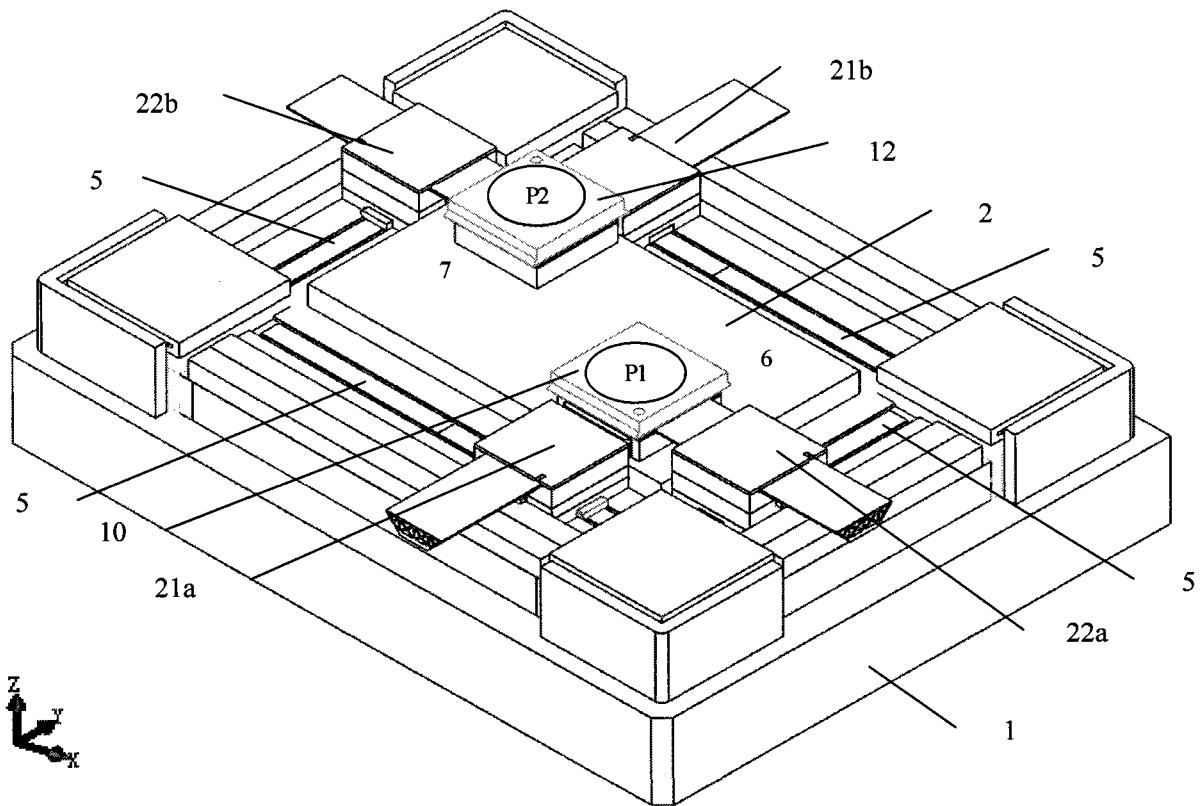


图 2

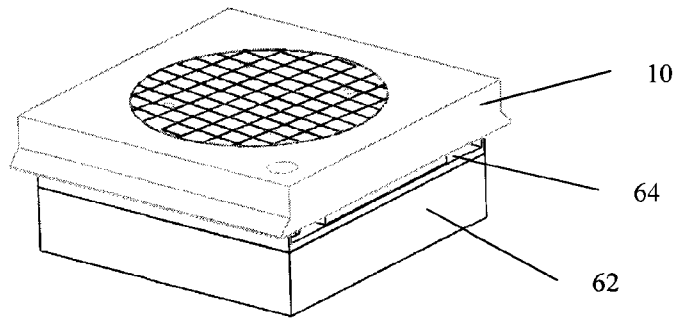


图 3

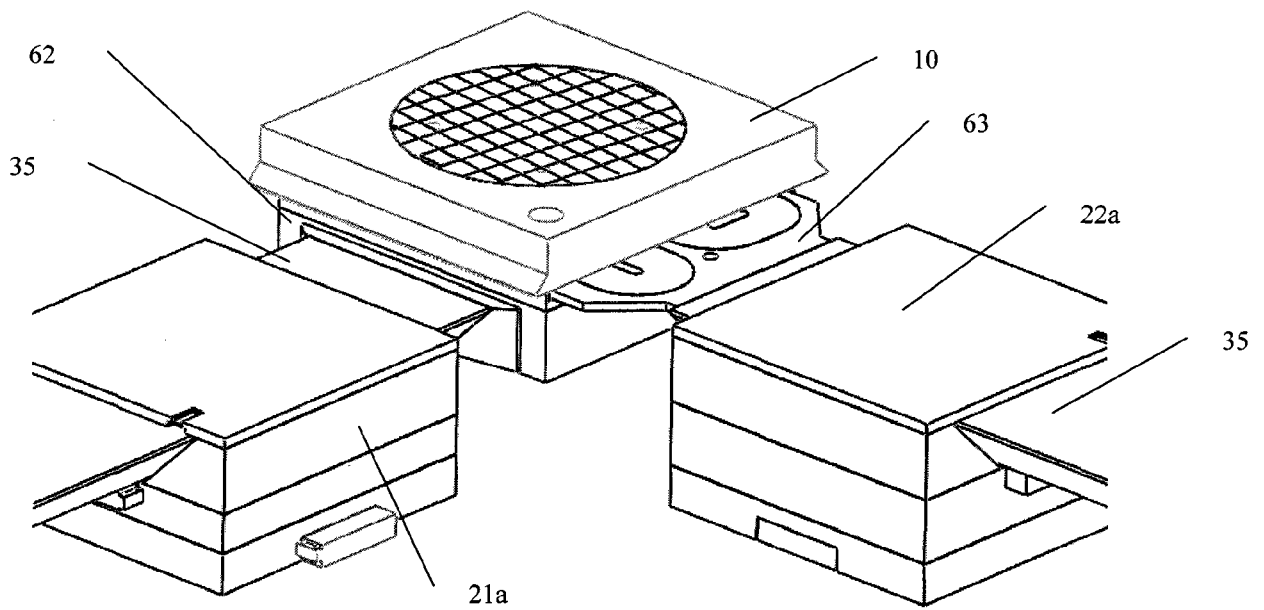


图 4

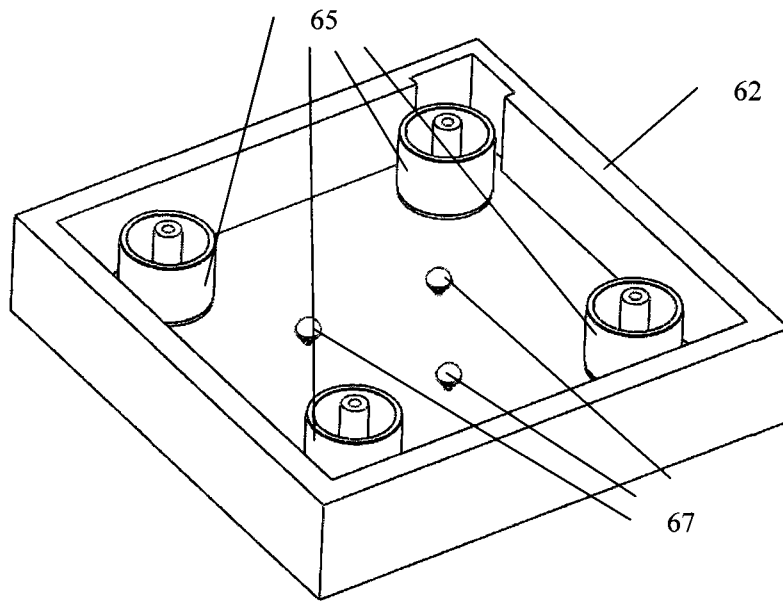


图 5

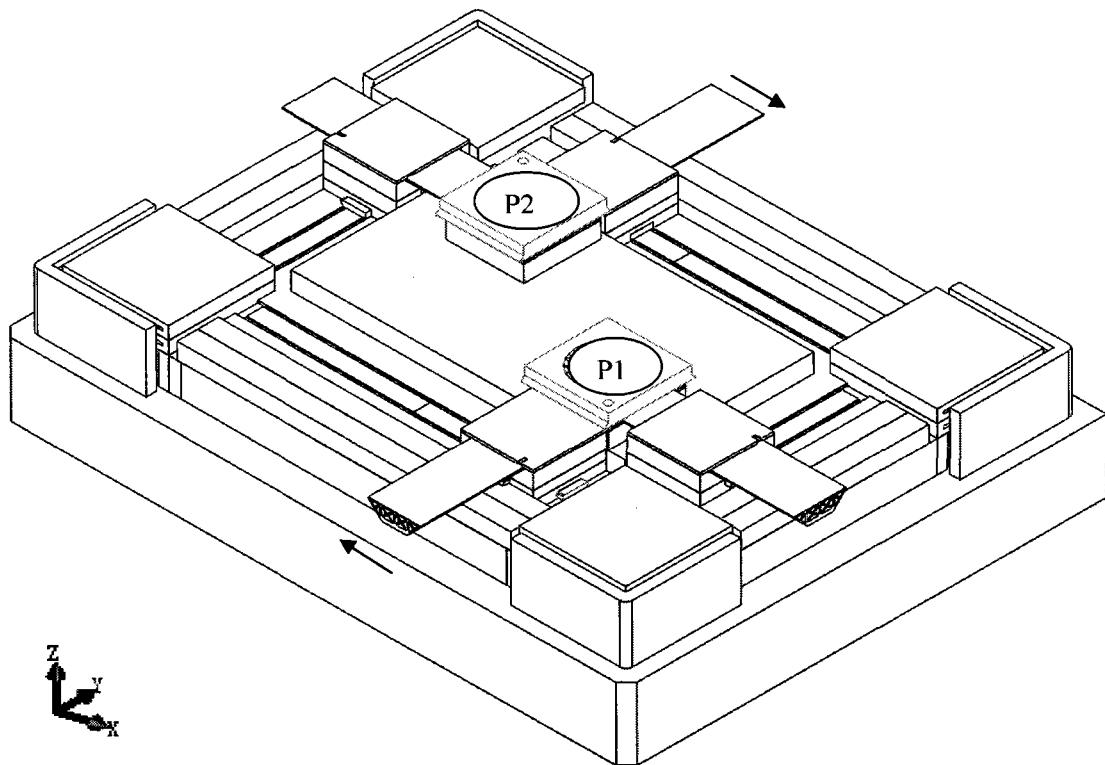


图 6

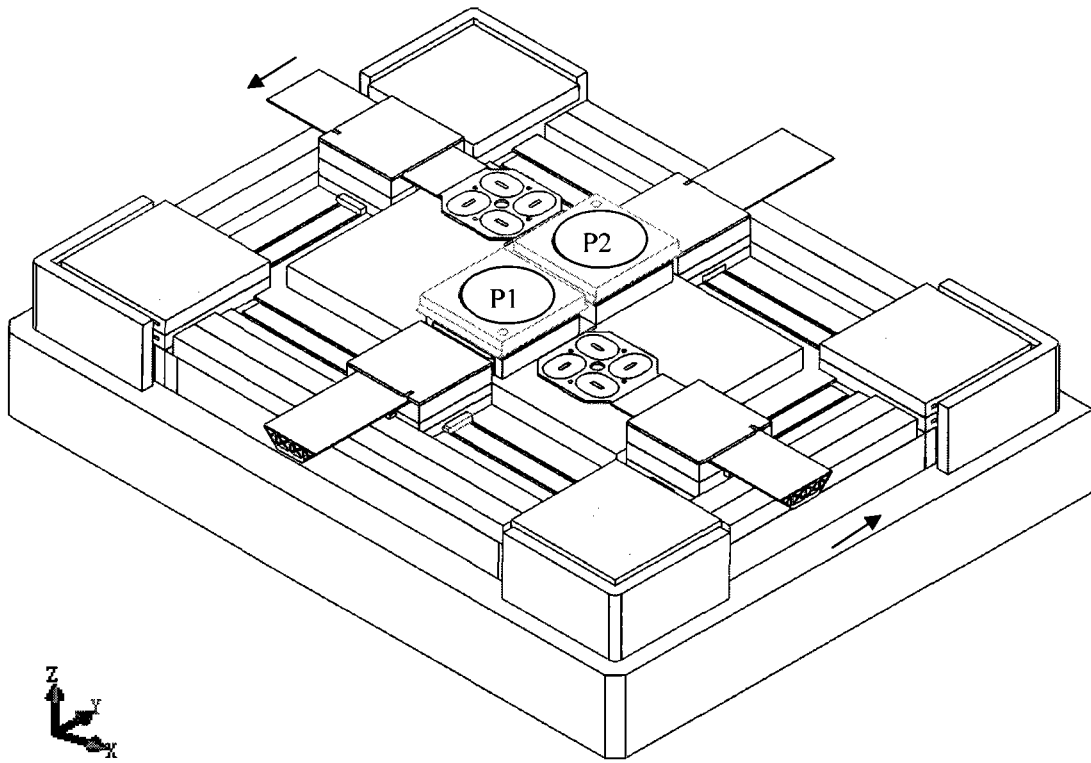


图 7

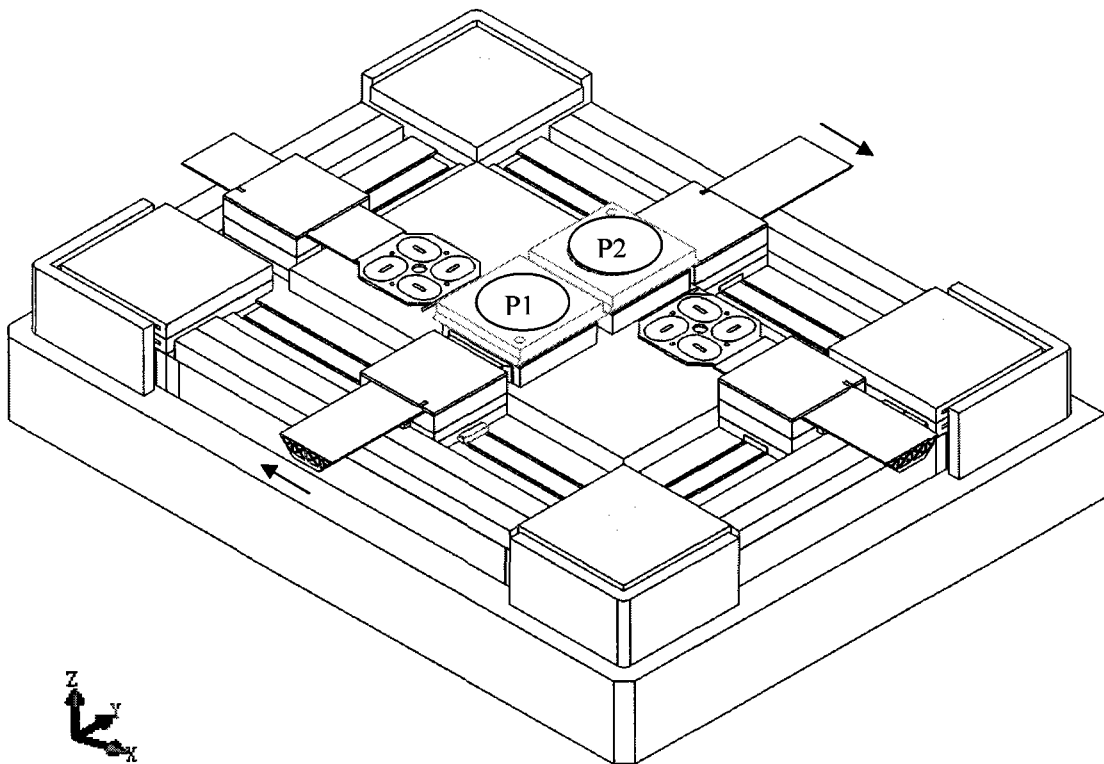


图 8

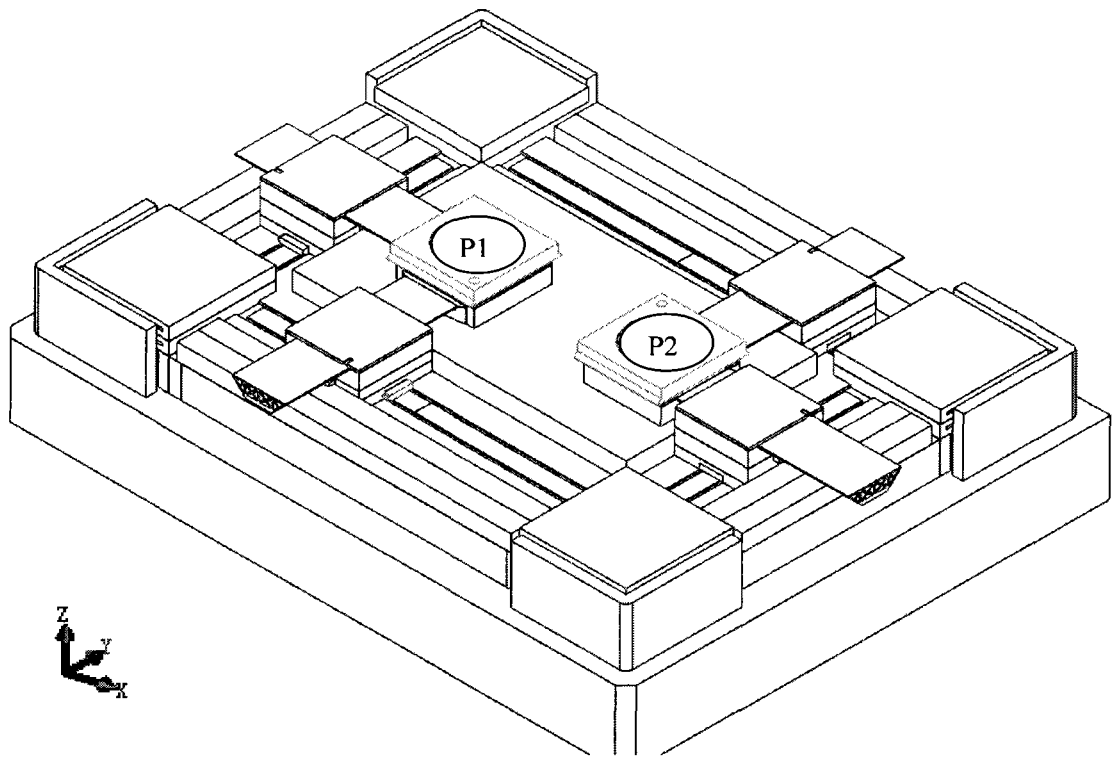


图 9