



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102880013 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201210371884. 2

(22) 申请日 2012. 09. 28

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区 100084 信箱 82
分箱清华大学专利办公室

(72) 发明人 朱煜 张鸣 刘召 许岩 张金
田丽 王婧 杨开明 徐登峰
胡金春 尹文生 穆海华

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 邸更岩

(51) Int. Cl.

G03F 7/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1484850 A, 2004. 03. 24, 全文.

CN 1260772 C, 2006. 06. 21, 全文.

JP 特开 2009-266883 A, 2009. 11. 12, 全文.

JP 特开 2011-119320 A, 2011. 06. 16, 全文.

CN 101551598 B, 2010. 12. 01, 全文.

审查员 王杰

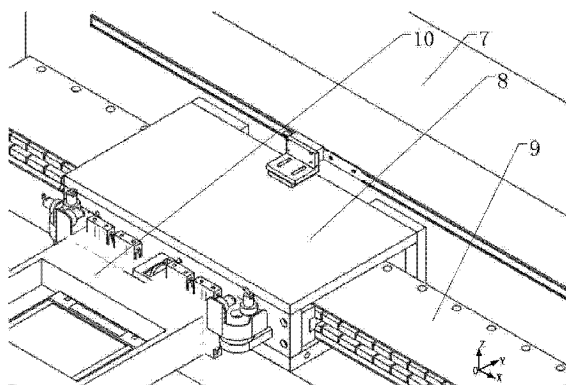
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种掩模台工作台

(57) 摘要

一种掩模台工作台,属于超精密加工和检测设备技术领域。该掩模台工作台含有微动台、粗动台和机座;微动台包含微动台台体和洛伦兹电机;洛伦兹电机包含三种洛伦兹电机,每种洛伦兹电机对称分布在微动台台体沿X轴方向的两侧面;粗动台包含驱动模块和粗动台底座,每个驱动模块由粗动台台体、直线电机和气浮轴承组成。微动台台体和粗动台台体均采用碳化硅陶瓷材料构成。本发明既能满足大行程需要,又能实现高精度六自由度微调;采用碳化硅可加工陶瓷制造主要零部件,重量轻,并将多个零件一体化为一个部件,体积小,使得结构更加紧凑,既减少了微动台零部件数量,又提高了系统的模态、精度和频响。



1. 一种掩模台工作台, 含有微动台、粗动台和机座, 微动台包含微动台台体 (10) 和洛伦兹电机; 粗动台包含第一驱动模块、第二驱动模块和粗动台底座 (7), 每个驱动模块由粗动台台体 (8)、直线电机和气浮轴承组成, 其特征在于: 所述的第一驱动模块和第二驱动模块关于微动台台体呈对称布置; 所述的洛伦兹电机包含三种洛伦兹电机, 每种洛伦兹电机对称分布在微动台台体沿 X 轴方向的两侧面, 其中, 第一种洛伦兹电机的驱动方向沿 X 轴方向, 关于 Y 轴对称布置, 每侧至少两个, 驱动微动台台体沿 X 方向和绕 Z 轴旋转方向运动; 第二种洛伦兹电机的驱动方向沿 Y 轴方向并通过微动台质心, 每侧至少一个, 驱动微动台台体沿 Y 方向运动; 第三种洛伦兹电机的驱动方向沿 Z 轴方向, 关于 Y 轴对称布置, 每侧两个, 位于微动台台体的四个角上, 驱动微动台台体沿 Z 方向、绕 X 轴旋转方向和 Y 轴旋转方向运动;

所述的粗动台台体 (8) 的下表面和外侧面分别与粗动台底座 (7) 的上表面和内侧面之间形成气浮支撑, 作为驱动模块的气浮导向; 所述的直线电机 (9) 的定子部分连接在粗动台台体 (8) 内, 直线电机 (9) 的定子部分固定在粗动台底座 (7) 的上表面, 定子磁钢沿 Z 轴方向建立磁场, 定子线圈水平放置, 其长边沿 Y 方向布置, 定子线圈沿 X 方向在直线电机定子磁钢之间做切割磁力线运动。

2. 按照权利要求 1 所述的一种掩模台工作台, 其特征在于: 微动台台体 (10) 采用碳化硅陶瓷材料烧制成型; 所述的粗动台台体 (8) 采用碳化硅陶瓷构件, 且气浮轴承的气足和粗动台台体构成一体化结构。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的掩模台工作台, 其特征在于: 关于 Y 轴对称的第一种洛伦兹电机每侧四个, 每个洛伦兹电机包含上下两部分永磁体组和线圈, 线圈位于上下两部分永磁体之间, 并留有间隙; 每部分永磁体组由主永磁体和附永磁体组成, 主永磁体与附永磁体以 Halbach 阵列形式粘接固定于轭铁的表面, 相邻的主永磁体与附永磁体的磁场方向相互垂直, 在各永磁体之间形成封闭磁路;

第二种洛伦兹电机每侧一个, 每个洛伦兹电机包含上下两部分永磁体组和线圈, 线圈位于上下两部分永磁体之间, 并留有间隙; 每部分永磁体组由主永磁体和附永磁体组成, 主永磁体与附永磁体以 Halbach 阵列形式粘接固定于轭铁的表面, 相邻的主永磁体与附永磁体的磁场方向相互垂直, 在各永磁体之间形成封闭磁路;

第三种洛伦兹电机的永磁体包括外磁环和内磁环, 外磁环与内磁环的轴线沿 Z 轴方向同轴布置, 外磁环与内磁环充磁方向相同, 沿径向方向且由圆环外表面指向圆心; 通电线圈为圆柱形线圈, 位于内磁环与外磁环之间, 并与内外磁环同轴布置; 在第二电磁力驱动单元的中心轴线上还布置有一个重力平衡磁柱, 其轴线沿 Z 轴方向与内外磁环同轴, 并固定在微动台基座上, 其充磁方向沿 Z 轴方向。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的一种掩模台工作台, 其特征在于: 该掩模台工作台还包括电涡流传感器测量系统, 电涡流传感器测量系统包括安装在粗动台上的八个电涡流传感器, 第一电涡流传感器 (31) 和第二电涡流传感器 (32) 在第一驱动模块上, 并位于沿 X 轴的一条直线上, 测量微动台沿 Y 轴方向和沿 Z 轴旋转方向的位移; 第三电涡流传感器 (33) 和第四电涡流传感器 (34) 分别安装在第一驱动模块和第二驱动模块上, 并位于一条沿 Y 轴方向的直线上, 测量微动台沿 X 轴方向和沿 Z 轴旋转方向的位移; 第五电涡流传感器 (35) 和第六电涡流传感器 (36) 安装在第一驱动模块上, 并位于一条沿 X 轴方向的直线上;

第七电涡流传感器 (37) 和第八电涡流传感器 (38) 安装在第二驱动模块上, 并位于一条沿 X 轴方向的直线上, 共同测量微动台沿 Z 轴方向、沿 X 轴旋转方向和沿 Y 轴旋转方向的位移。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的一种掩模台工作台, 其特征在于: 所述的掩模台粗动台还包含用于粗动台与机座相对位置反馈的光栅测量系统, 所述的光栅测量系统包含两个光栅测量装置对称布置在粗动台第一驱动模块和第二驱动模块上, 每个光栅测量装置含有一个光栅尺 (21)、一个光栅读数头 (22)、一个光栅尺安装架 (23) 和一个光栅尺调整装置 (24); 光栅尺调整装置 (24) 固定于粗动台底座 (7) 上, 光栅尺安装架 (23) 与光栅尺调整装置 (24) 固定连接, 光栅尺粘贴固定于光栅尺安装架 (23) 表面上, 光栅读数头与直线电机 (9) 相连, 通过调整光栅尺调整装置 (24) 使光栅尺安装架 (23) 的长边方向沿 X 轴方向。

一种掩模台工作台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种六自由度定位装置,尤其涉及一种掩模台工作台,主要应用于半导体光刻设备中,属于超精密加工和检测设备技术领域。

背景技术

[0002] 具有高精度和快速响应的超精密微动平台在现代制造技术中具有极其重要的地位,被视为一个国家高技术发展水平的重要标志。在超精密机床中,超精密微动工作台用于对进给系统进行误差补偿,实现超精密加工;在大规模集成电路制造中,超精密微动工作台用于光刻设备中进行微定位和微进给;在扫描探针显微镜中,超精密微动工作台用于测量样品表面形貌,进行纳米加工;在生物工程方面,超精密微动工作台用于完成对细胞的操作,实现生物操作工程化;在医疗科学方面,超精密微动工作台用于显微外科手术,以便减轻医生负担,缩短手术时间,提高成功率。超精密微动工作台还被广泛应用于光纤对接, MEMS 系统加工、封装及装配,以及电化学加工等领域中。

[0003] 在半导体光刻设备中,光刻机硅片台和掩模台大多采用粗精叠层结构,包含一个超精密微动工作台。该六自由度微动台叠加于粗动台之上,用于对粗动台进行精度补偿。微动工作台定位精度决定了光刻机的曝光精度,运动速度决定了光刻机的生产效率。因此,美国、日本、欧洲等发达国家均把超精密微动工作台技术视为光刻机核心技术之一,对我国相关产品进行严格的进口限制。

[0004] 概括目前国内外纳米级微动工作台研究现状,超精密六自由度微动台通常有三类,伺服电机通过滚珠丝杠传动/直线导轨支撑微动工作台,压电陶瓷驱动/柔性铰链支撑导向微动工作台,以及音圈电机或变磁阻电机驱动/气浮或磁浮支撑微动工作台。

[0005] 前两种六自由度微动台由于支撑系统的摩擦阻尼非线性等因素影响,均无法满足光刻设备高速度、大负载、高动态特性的要求。采用音圈电机/气浮支撑的六自由度微动台可以满足光刻设备的要求,但存在结构整体性差,台体较厚,质心高等不足,其性能受到一定局限。

[0006] 本申请人在 2011 年 6 月 28 日申请了一种无接触式粗精动叠层六自由度定位装置(申请号:201110177038.2)采用动铁式音圈电机对称分布在微动台基体四周,微动台基体尺寸和质量较大导致电机热损耗大,导致粗动台和平衡块也非常庞大,系统精度低,响应速度慢,无法满足高精度高频响的要求。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种结构紧凑、质心驱动、高精度和高频响的掩模台工作台。

[0008] 本发明的技术方案如下:

[0009] 一种掩模台工作台,含有微动台、粗动台和机座,微动台包含微动台台体和洛伦兹电机;粗动台包含第一驱动模块、第二驱动模块和粗动台底座,第一驱动模块和第二驱动模块关于微动台台体呈对称布置;每个驱动模块由粗动台台体、直线电机和气浮轴承组成,其

特征在于：所述的洛伦兹电机包含三种洛伦兹电机，每种洛伦兹电机对称分布在微动台台体沿 X 轴方向的两侧面，其中，第一种洛伦兹电机的驱动方向沿 X 轴方向，关于 Y 轴对称布置，每侧至少两个，驱动微动台台体沿 X 方向和绕 Z 轴旋转方向运动；第二种洛伦兹电机的驱动方向沿 Y 轴方向并通过微动台质心，每侧一个，驱动微动台台体沿 Y 方向运动；第三种洛伦兹电机的驱动方向沿 Z 轴方向，关于 Y 轴对称布置，每侧两个，位于微动台台体的四个角上，驱动微动台台体沿 Z 方向、绕 X 轴旋转方向和 Y 轴旋转方向运动；所述的粗动台台体的下表面和外侧面分别与粗动台底座的上表面和内侧面之间形成气浮支撑，作为驱动模块的气浮导向；所述的直线电机的动子部分连接在粗动台台体内，直线电机的定子部分固定在粗动台底座的上表面，定子磁钢沿 Z 轴方向建立磁场，动子线圈水平放置，其长边沿 Y 方向布置，动子线圈沿 X 方向在直线电机定子磁钢之间做切割磁力线运动。

[0010] 本发明的技术特征还在于：微动台台体采用碳化硅陶瓷材料烧制成型；所述的粗动台台体采用碳化硅陶瓷构件，且气浮轴承的气足和粗动台台体构成一体化结构。

[0011] 本发明所述的关于 Y 轴对称的第一种洛伦兹电机每侧四个，每个洛伦兹电机包含上下两部分永磁体组和线圈，线圈位于上下两部分永磁体之间，并留有间隙；每部分永磁体组由主永磁体和附永磁体组成，主永磁体与附永磁体以 Halbach 阵列形式粘接固定于轭铁的表面上，相邻的主永磁体与附永磁体的磁场方向相互垂直，在各永磁体之间形成封闭磁路。

[0012] 第二种洛伦兹电机每侧一个，每个洛伦兹电机包含上下两部分永磁体组和线圈，线圈位于上下两部分永磁体之间，并留有间隙；每部分永磁体组由主永磁体和附永磁体组成，主永磁体与附永磁体以 Halbach 阵列形式粘接固定于轭铁的表面上，相邻的主永磁体与附永磁体的磁场方向相互垂直，在各永磁体之间形成封闭磁路。

[0013] 第三种洛伦兹电机的永磁体包括外磁环和内磁环，外磁环与内磁环的轴线沿 Z 轴方向同轴布置，外磁环与内磁环充磁方向相同，沿径向方向且由圆环外表面指向圆心；通电线圈为圆柱形线圈，位于内磁环与外磁环之间，并与内外磁环同轴布置；在第二电磁力驱动单元的中心轴线上还布置有一个重力平衡磁柱，其轴线沿 Z 轴方向与内外磁环同轴，并固定在微动台基座上，其充磁方向沿 Z 轴方向。

[0014] 本发明的另一技术特征是：该掩模台工作台还包括电涡流传感器测量系统，电涡流传感器测量系统包括安装在粗动台上的八个电涡流传感器，第一电涡流传感器和第二电涡流传感器安装在第一驱动模块上，并位于沿 X 轴的一条直线上，测量微动台沿 Y 轴方向和沿 Z 轴旋转方向的位移；第三电涡流传感器和第四电涡流传感器分别安装在第一驱动模块和第二驱动模块上，并位于一条沿 Y 轴方向的直线上，测量微动台沿 X 轴方向和沿 Z 轴旋转方向的位移；第五电涡流传感器和第六电涡流传感器安装在第一驱动模块上，并位于一条沿 X 轴方向的直线上；第七电涡流传感器和第八电涡流传感器安装在第二驱动模块上，并位于一条沿 X 轴方向的直线上，共同测量微动台沿 Z 轴方向、沿 X 轴旋转方向和沿 Y 轴旋转方向的位移。

[0015] 本发明的又一技术特征是：所述的掩模台粗动台还包含用于粗动台与机座相对位置反馈的光栅尺测量系统，所述的光栅测量系统包含两个光栅测量装置对称布置在粗动台第一驱动模块和第二驱动模块上，每个光栅测量装置含有一个光栅尺、一个光栅读数头、一个光栅尺安装架和一个光栅尺调整装置；光栅尺调整装置固定于粗动台底座上，光栅尺安

装架与光栅尺调整装置固定连接,光栅尺粘贴固定于光栅尺安装架表面上,光栅条纹沿 X 轴方向,光栅读数头与直线电机连接,通过调整光栅尺调整装置使光栅尺安装架的长边方向沿 X 轴方向。

[0016] 本发明具有以下优点及突出性效果:该掩模台工作台采用粗精动叠加的方式,既能满足大行程需要又能实现高精度六自由度微调,采用碳化硅可加工陶瓷制造主要零部件,结构紧凑,重量轻,因此减小了音圈电机的推力需求,从而结构尺寸变小;另外,碳化硅可加工陶瓷材料的应用,将多个零件一体化为一个部件,使得结构更加紧凑,既减少了微动台零部件数量,又提高了系统的模态,提高了精度和频响。

附图说明

[0017] 图 1 为本发明提供的一种掩模台工作台的三维结构图。

[0018] 图 2 为微动台结构示意图。

[0019] 图 3 为粗动台结构示意图。

[0020] 图 4 为微动台台体结构示意图。

[0021] 图 5 为本发明的一种实施例第一种洛伦兹电机剖视图。

[0022] 图 6 为本发明的一种实施例第二种洛伦兹电机剖视图。

[0023] 图 7 为本发明的一种实施例第三种洛伦兹电机剖视图。

[0024] 图 8 为光栅尺测量系统结构示意图。

[0025] 图中:1-粗动台;2-微动台;3-测量系统;4-机座;7-粗动台底座;8-粗动台台体;9-一直线电机;10-微动台台体;11a-第一种洛伦兹电机一;11b-第一种洛伦兹电机二;11c-第一种洛伦兹电机三;11d-第一种洛伦兹电机四;11e-第一种洛伦兹电机五;11f-第一种洛伦兹电机六;11g-第一种洛伦兹电机七;11h-第一种洛伦兹电机八;15a-第二种洛伦兹电机一;15b-第二种洛伦兹电机二;17-第三种洛伦兹电机一;18-第三种洛伦兹电机二;19-第三种洛伦兹电机三;20-第三种洛伦兹电机四;21-光栅尺;22-光栅读数头;23-光栅尺读数头安装架;24-光栅尺调整装置;31-第一电涡流传感器;32-第二电涡流传感器;33-第三电涡流传感器;34-第四电涡流传感器;35-第五电涡流传感器;36-第六电涡流传感器;37-第七电涡流传感器;38-第八电涡流传感器;41-第一种洛伦兹电机第一主永磁体,42-第一种洛伦兹电机第二主永磁体,43-第一种洛伦兹电机第三主永磁体,44-第一种洛伦兹电机第四主永磁体,45-第一种洛伦兹电机第一附永磁体,46-第一种洛伦兹电机第二附永磁体,47-第一种洛伦兹电机第一铁轭,48-第一种洛伦兹电机第二铁轭;49-第一种洛伦兹电机线圈;51-第二种洛伦兹电机第一主永磁体;52-第二种洛伦兹电机第二主永磁体;53-第二种洛伦兹电机第三主永磁体;54-第二种洛伦兹电机第四主永磁体;55-第二种洛伦兹电机第一附永磁体;56-第二种洛伦兹电机第二附永磁体;57-第二种洛伦兹电机第一铁轭;58-第二种洛伦兹电机第二铁轭;59-第二种洛伦兹电机线圈;61-第三种洛伦兹电机线圈;62-外磁环,63-内磁环,64-重力补偿磁柱。

具体实施方式

[0026] 图 1 为本发明提供的一种掩模台工作台的三维结构图。该掩模台工作台,包括粗动台 1、微动台 2、测量系统 3 以及机座 4。

[0027] 图 2 为微动台结构示意图。该掩模台工作台微动台包含微动台台体 10 和多组洛伦兹电机。微动台台体 10 采用碳化硅陶瓷材料烧制成型,并做轻量化处理,如图 4 所示。

[0028] 另外,微动台的驱动装置包含三种洛伦兹电机,对称分布在微动台台体沿 X 轴方向的两侧面并与微动台台体连接。其中,含有至少四个第一种洛伦兹电机,本实施例中采用八个,分别为第一种洛伦兹电机一 11a、第一种洛伦兹电机二 11b、第一种洛伦兹电机三 11c、第一种洛伦兹电机四 11d、第一种洛伦兹电机五 11e、第一种洛伦兹电机六 11f、第一种洛伦兹电机七 11g 和第一种洛伦兹电机八 11h,第一种洛伦兹电机为方块型洛伦兹电机,其长边沿 Z 轴方向竖直放置,线圈可沿 X 轴方向平移,该第一种洛伦兹电机的磁钢分布在线圈沿 Y 方向两侧并连接在骨架中。在微动台台体 10 的每一侧沿 X 方向关于 Y 轴对称布置两组,第一种洛伦兹电机的线圈连接在粗动台上,八个第一种洛伦兹电机可驱动微动台台体沿 X 方向和绕 Z 轴旋转方向运动。

[0029] 微动台还含有两个第二种洛伦兹电机一 15a 和第二种洛伦兹电机二 15b。第二种洛伦兹电机为方块型洛伦兹电机,每侧一组,对称布置在微动台台体侧面上,位于同侧的两组第一种洛伦兹电机中间,该驱动单元的长边沿 Z 轴方向竖直放置,线圈可沿 Y 轴方向平移,该第二种洛伦兹电机的磁钢分布在线圈沿 Y 方向两侧并连接在骨架中。

[0030] 另外,微动台还含有四个第三种洛伦兹电机,第三种洛伦兹电机一 17、第三种洛伦兹电机二 18、第三种洛伦兹电机三 19 和第三种洛伦兹电机四 20;第三种洛伦兹电机为圆柱型洛伦兹电机,每侧两组,对称连接在微动台台体四个角上,位于两组第一种洛伦兹电机的外侧关于 Y 轴对称布置,可驱动微动台台体沿 Z 方向、绕 X 轴旋转方向和 Y 轴旋转方向运动。

[0031] 电涡流传感器测量系统包括安装在粗动台上八个电涡流传感器,测量金属导体安装在微动台上;第一电涡流传感器 31 和第二电涡流传感器安装 32 在第一驱动模块上,并位于沿 X 轴的一条直线上,测量微动台沿 Y 轴方向和沿 Z 轴旋转方向的位移;第三电涡流传感器 33 和第四电涡流传感器 34 分别安装在粗动台粗动台第一驱动模块和第二驱动模块上,并位于一条沿 Y 轴方向的直线上,测量微动台沿 X 轴方向和沿 Z 轴旋转方向的位移;第五电涡流传感器 35 和第六电涡流传感器 36 安装在第一驱动模块上,并位于一条沿 X 轴方向的直线上,第七电涡流传感器 37 和第八电涡流传感器 38 安装在第二驱动模块上,并位于一条沿 X 轴方向的直线上,共同测量微动台沿 Z 轴方向、沿 X 轴旋转方向和沿 Y 轴旋转方向的位移。

[0032] 图 3 为粗动台结构示意图。粗动台由第一驱动模块、第二驱动模块和粗动台底座 7 构成;微动台位于两组驱动模块的中间,第一驱动模块和第二驱动模块关于微动台呈对称布置。

[0033] 每组驱动模块包含一个直线电机 9、一组气浮轴承和一个粗动台台体 8。粗动台台体 8 为碳化硅陶瓷构件,内部预设有气道,将气浮轴承的气足和台体一体化为一个零件。粗动台台体 8 的下表面和外侧面分别与粗动台底座 7 的上表面和内侧面之间形成气浮支撑,作为两组驱动模块的气浮导向,使得该驱动模块沿 X 轴方向作直线运动。

[0034] 直线电机 9 沿 X 方向布置在粗动台底座 7 上表面,其定子磁钢沿 Z 轴方向建立磁场,其动子部分连接在粗动台台体 8 内,动子的线圈的长边沿 Y 方向布置,线圈最大的面水平放置,可沿 X 方向在直线电机定子磁钢之间做切割磁力线运动。

[0035] 图 5 为第一种洛伦兹电机剖视图。第一种洛伦兹电机分为左、右两部分,结构关于中心线对称。电机的左半部分包含上下两部分永磁体组,线圈位于上下两部分永磁体之间,并留有间隙;每部分永磁体组由主永磁体和附永磁体组成,在上部永磁体组中,沿 X 轴方向依次为第一种洛伦兹电机第一主永磁体 41、第一种洛伦兹电机第一附永磁体 45、第一种洛伦兹电机第二主永磁体 42,各主永磁体与各附永磁体粘接固定于第一种洛伦兹电机第一铁轭 47 的下表面上;在下部永磁体组中,沿 X 轴方向依次为第一种洛伦兹电机第三主永磁体 43、第一种洛伦兹电机第二附永磁体 46、第一种洛伦兹电机第四主永磁体 48,各主永磁体与各附永磁体粘接固定于第一种洛伦兹电机第二铁轭 48 的表面上。第一种洛伦兹电机第一主永磁体 41 和第一种洛伦兹电机第三主永磁体 43 的充磁方向为 Z 轴负方向,第一种洛伦兹电机第二主永磁体 42 和第一种洛伦兹电机第四主永磁体 44 的充磁方向为 Z 轴正方向,第一种洛伦兹电机第一附永磁体 45 的充磁方向为 X 轴负方向、第一种洛伦兹电机第二附永磁体 46 的充磁方向为 X 轴正方向。各附永磁体与各主永磁体的磁场方向相互垂直,上下部分的各永磁体分别构成了 Halbach 阵列形式,且形成封闭磁路;在本实施例中,从 Z 轴正方向向负方向看,线圈的电流方向为顺时针方向。

[0036] 第一种洛伦兹电机的右半部分结构与左半部分关于中心线对称,为了保证整个电机的出力方向一致,左右两部分线圈通电相反,即右半部分从 Z 轴正方向向负方向看,线圈的电流方向为逆时针方向。

[0037] 图 6 为第二种洛伦兹电机剖视图。第二种洛伦兹电机的结构与第一种洛伦兹电机的结构类似,为第一种洛伦兹电机的一半,差别在于永磁体的尺寸和线圈的尺寸较小,可根据实际推力通过计算获得。

[0038] 图 7 为第三种洛伦兹电机的剖视图。第三种洛伦兹电机的永磁体包括外磁环 62 和内磁环 63 的轴线沿 Z 轴方向,外磁环 62 与内磁环 63 充磁方向相同,沿径向方向且由圆环外表面指向圆心。通电线圈 61 为圆柱形线圈,位于内磁环与外磁环之间,并与内外磁环同轴布置;在第三种洛伦兹电机的中心轴线上还布置有一个圆筒状的重力平衡磁柱 64,其轴线沿 Z 轴方向与内外磁环同轴,并固定在微动台基座上,其充磁方向为轴线沿 Z 轴正方向。外磁环 62、内磁环 63 以及重力补偿磁柱 64 之间产生作用力,使得重力补偿磁柱 64 受到的作用力与微动工作台的动子部分的重力大小相等,方向相反,从而达到补偿微动工作台重力的目的。

[0039] 图 8 为光栅尺测量系统结构示意图。光栅测量系统包含两个光栅测量装置,对称布置在粗动台第一驱动模块和第二驱动模块上,每个光栅测量装置含有一个光栅尺 21、一个光栅读数头 22、一个光栅尺安装架 23 和一个光栅尺调整装置 24;光栅尺调整装置 24 固定于粗动台底座 7 上,光栅尺安装架 23 与光栅尺调整装置 24 固定连接,光栅尺 21 粘贴固定于光栅尺安装架 23 表面上,光栅读数头 22 与直线电机 9 连接,通过调整光栅尺调整装置 24 使光栅尺安装架 23 的长边方向沿 X 轴方向。

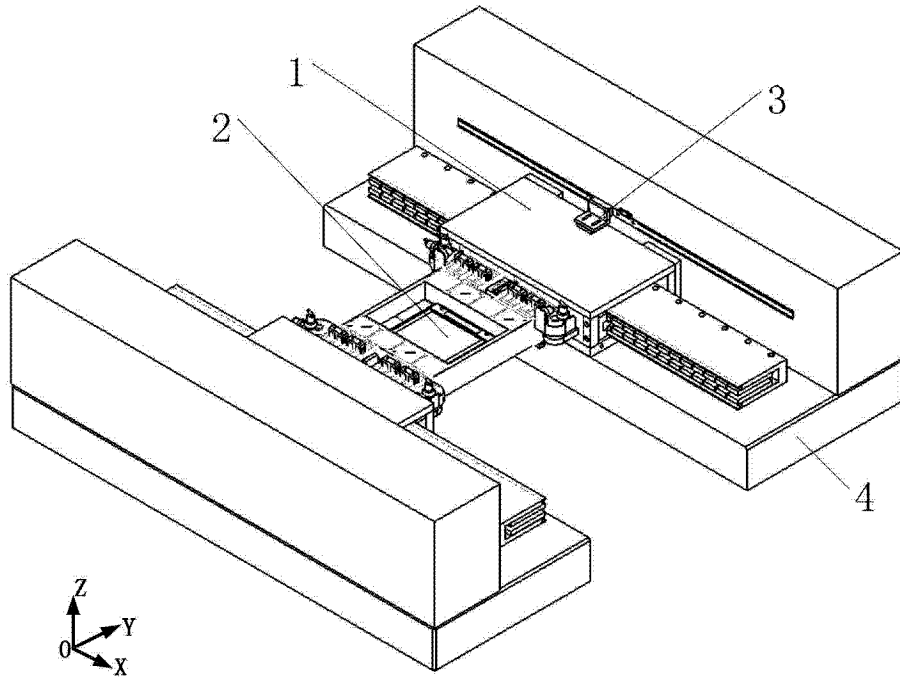


图 1

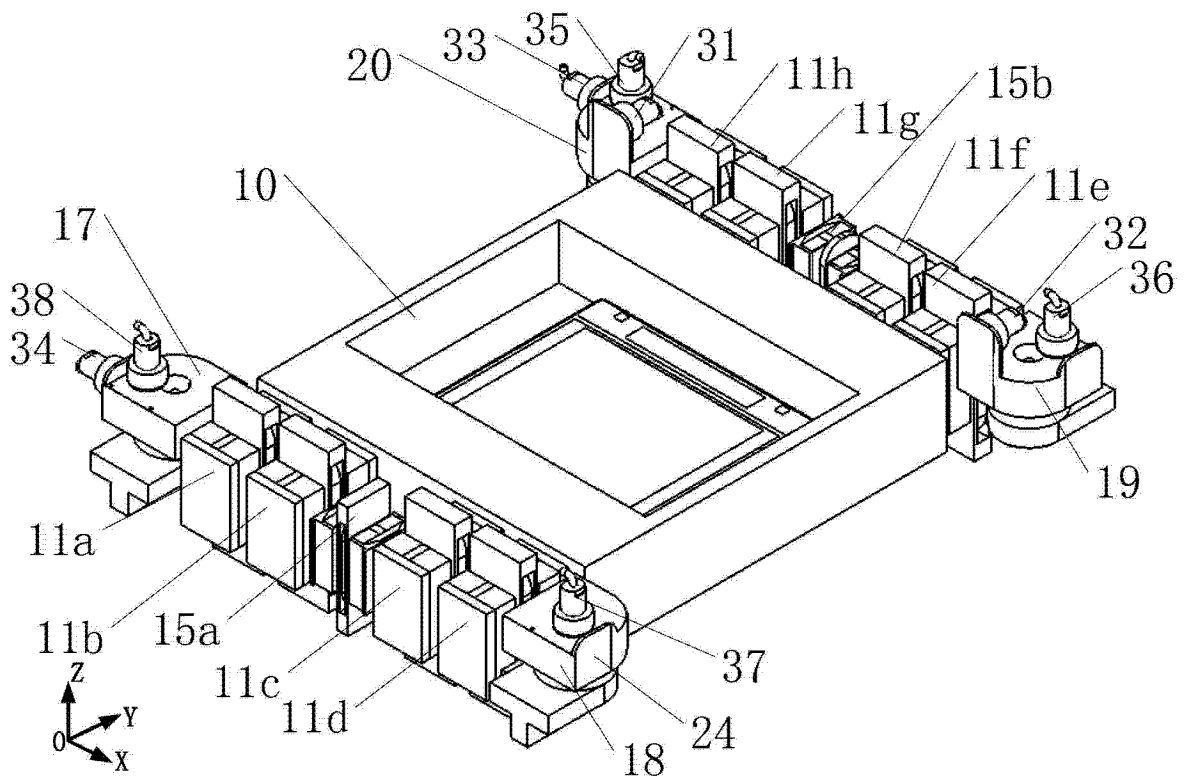


图 2

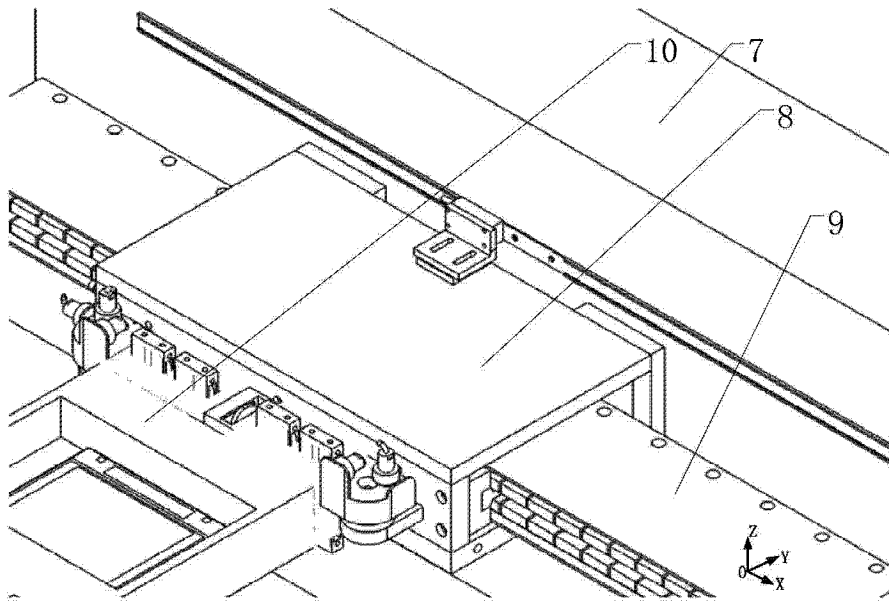


图 3

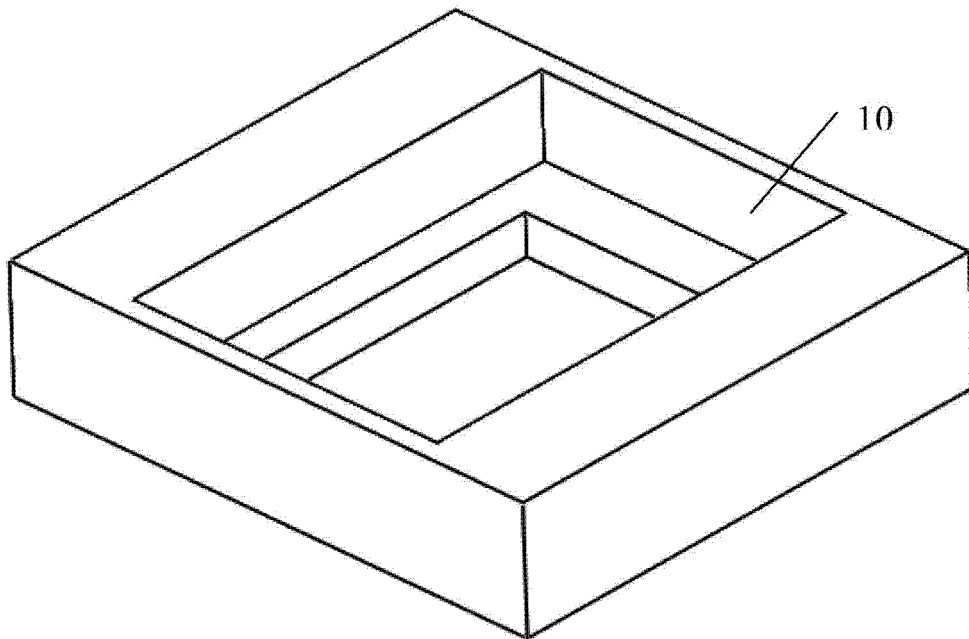


图 4

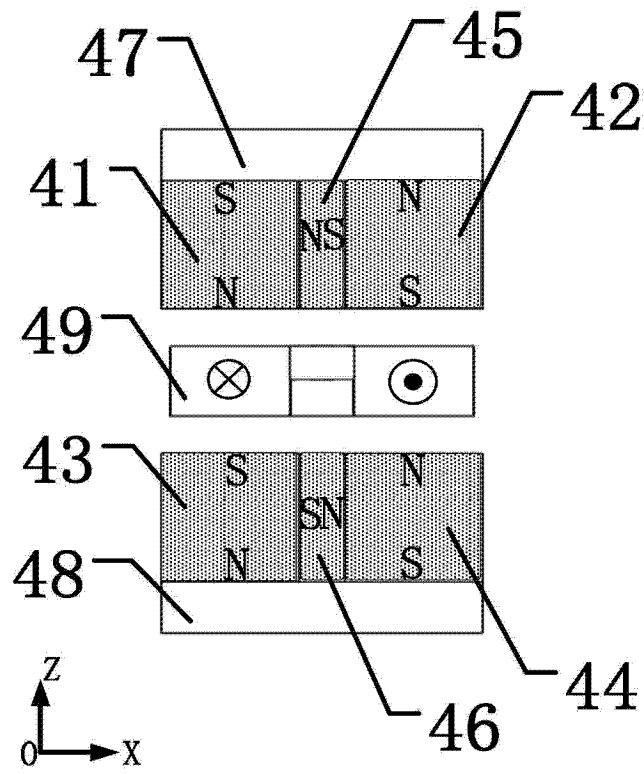


图 5

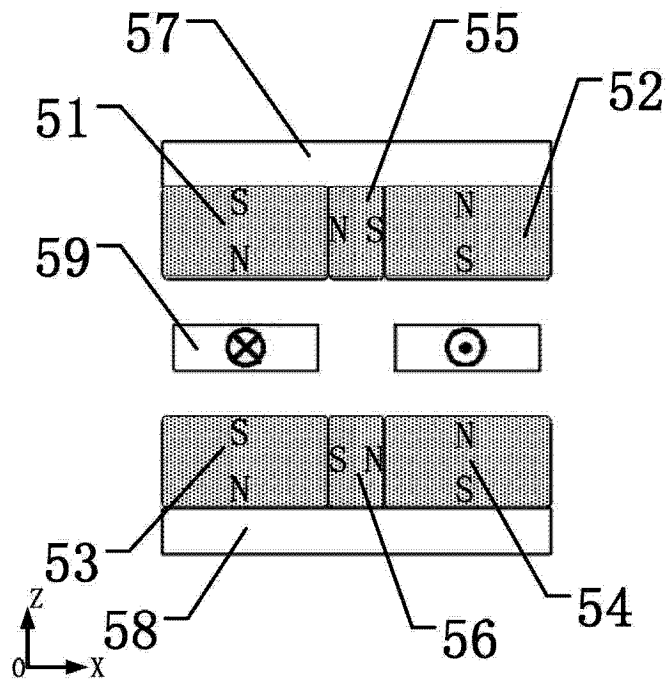


图 6

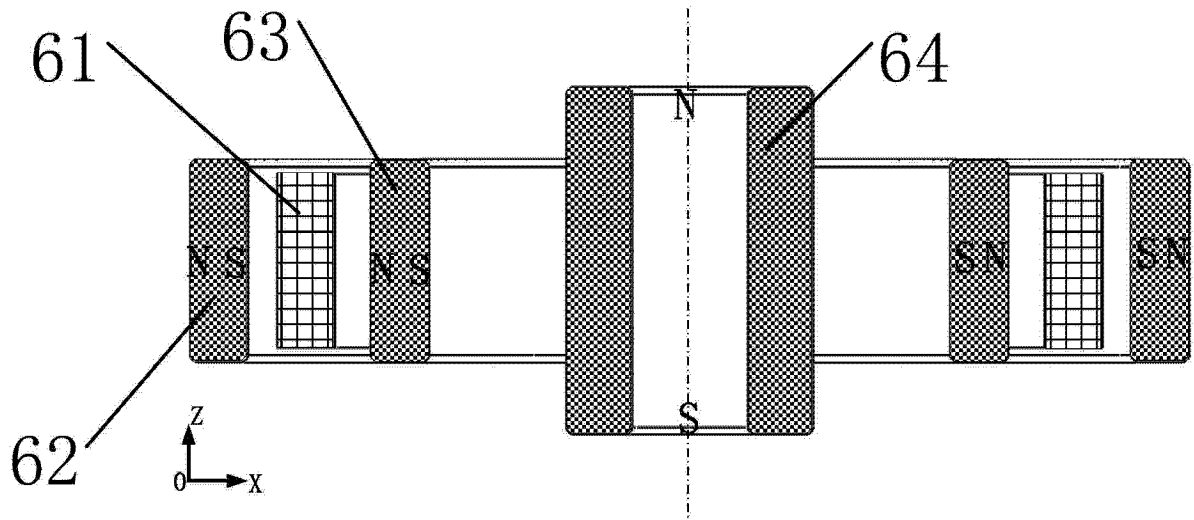


图 7

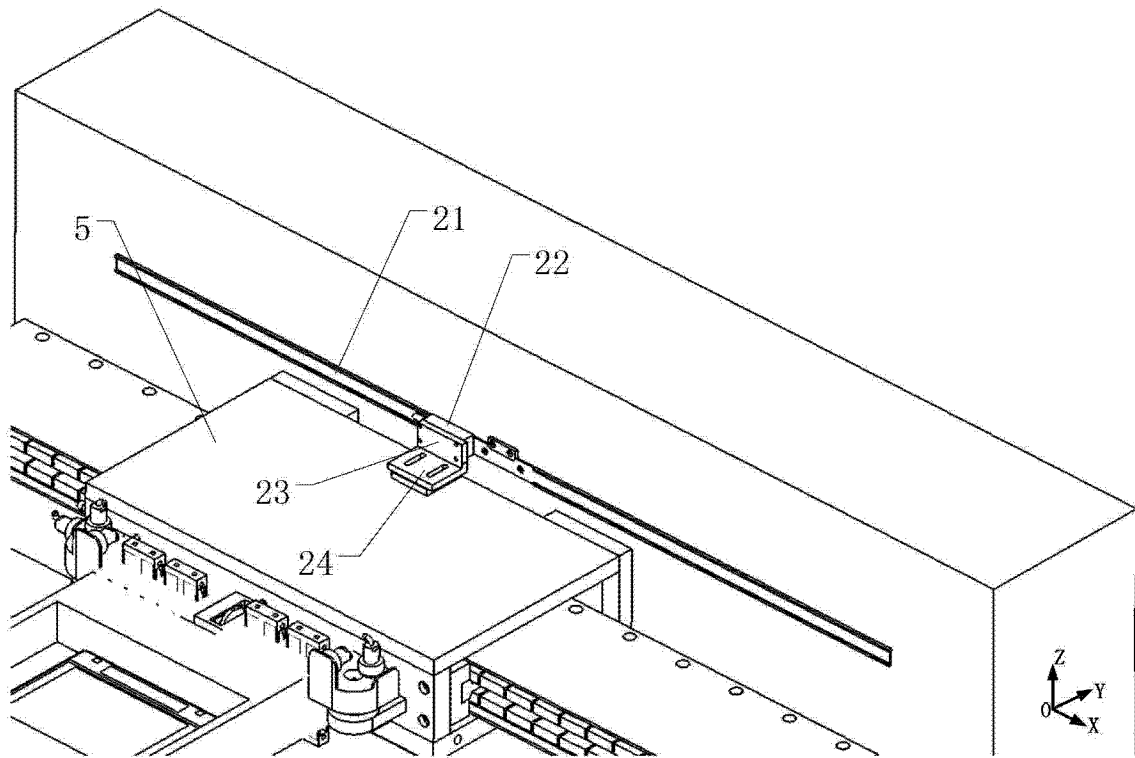


图 8