

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 6 月 19 日 (19.06.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/090112 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02N 15/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/088726
- (22) 国际申请日: 2013 年 12 月 6 日 (06.12.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210535413.0 2012 年 12 月 12 日 (12.12.2012) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 朱煜 (ZHU, Yu); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 张鸣 (ZHANG, Ming); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 宋玉晶 (SONG, Yujing); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 成荣 (CHENG, Rong); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专

利办公室, Beijing 100084 (CN)。 刘昊 (LIU, Hao); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 刘召 (LIU, Zhao); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 杨开明 (YANG, Kaiming); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 胡金春 (HU, Jinchun); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 徐登峰 (XU, Dengfeng); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 尹文生 (YIN, Wensheng); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。 穆海华 (MU, Haihua); 中国北京市海淀区 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室, Beijing 100084 (CN)。

- (74) 代理人: 北京鸿元知识产权代理有限公司 (BEIJING GRANDER IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区光华路 7 号汉威大厦东区 18A6 室, Beijing 100004 (CN)。

[见续页]

(54) Title: MAGLEV WORKING TABLE WITH SIX DEGREES OF FREEDOM

(54) 发明名称: 一种六自由度磁悬浮工件台

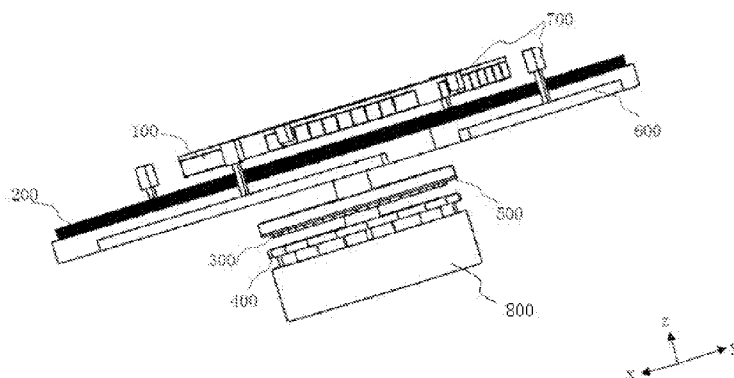


图 1 /Fig.1

(57) Abstract: A maglev working table with six degrees of freedom comprises a pedestal (800), a rotation drive apparatus, a planar-motion apparatus, an angle measuring apparatus (500), and a displacement measuring apparatus. The displacement measuring apparatus comprises four direct-current motors (600) and four displacement measuring apparatus PSD assemblies. Under the effect of the rotation drive apparatus, a planar-motion apparatus coil array stator (200) axially connected to a rotation drive apparatus circular permanent-magnet array mover (300) rotates, so that a phase difference is formed between a planar-motion apparatus permanent-magnet array mover (100) and the planar-motion apparatus coil array stator, and then the maglev working table mover, namely, the planar-motion apparatus permanent-magnet array mover rotates at 360° in the horizontal plane. Moreover, the planar-motion apparatus permanent-magnet array mover moves horizontally within a large scope under the effect of the lorentz force, and can further move around the X axis, the Y axis, and the Z axis within a small scope, so that the maglev working table can move at six degrees of freedom.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/090112 A1



(81) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种六自由度磁悬浮工件台, 该六自由度磁悬浮工件台包括底座(800)、一个旋转驱动装置、一个平面运动装置、角度测量装置(500)和位移测量装置。其中位移测量装置包括四个直线电机(600)、四个位移测量装置 PSD 组件。在旋转驱动装置作用下, 和旋转驱动装置环形永磁阵列动子(300)轴连接的平面运动装置线圈阵列定子(200)进行旋转, 使得平面运动装置永磁阵列动子(100)和平面运动装置线圈阵列定子之间形成相位差, 从而磁悬浮工件台动子即平面运动装置永磁阵列动子在水平面内实现 360°旋转。同时平面运动装置永磁阵列动子在洛伦兹力作用下进行大范围的平面运动, 并可进行小幅度绕 X 轴和 Y 轴转动及沿 Z 轴运动, 实现磁悬浮工件台的六自由度运动。

说明书

一种六自由度磁悬浮工件台

技术领域

本发明设计一种半导体制造过程中使用的六自由度磁悬浮工件台。

背景技术

在传统工件台中，实现运动平台的平面运动并同时进行 360° 旋转采用的是串联结构，即由两个或多个直线电机进行结构叠加实现运动平台的平面运动，在直线堆叠成的平面运动结构上再串联直驱电机，直驱电机可进行 360° 旋转，从而实现在运动平台平面运动的同时进行旋转运动。但这种结构比较复杂，占地空间大，在结构堆叠过程中出现传递误差，工件台精度较难提高。

发明内容

本发明提供一种六自由度磁悬浮工件台，可以同时进行 360° 旋转和大范围平面运动，目的在于减小工件台占地空间，减少传递误差，提高运动精度。

本发明的技术方案如下：

一种六自由度磁悬浮工件台，其特征在于：该工件台包括一个底座，一个旋转驱动装置，一个平面运动装置，角度测量装置和位移测量装置；旋转驱动装置包括旋转驱动装置环形线圈阵列定子和旋转驱动装置环形永磁阵列动子；平面运动装置包括平面运动装置线圈阵列定子、平面运动装置永磁阵列动子和直线电机；旋转驱动装置环形线圈阵列定子固定在底座上，旋转驱动装置环形永磁阵列动子同轴悬空于旋转驱动装置环形线圈阵列定子之上；平面运动装置线圈阵列定子和旋转驱动装置环形永磁阵列动子进行轴连接，平面运动装置永磁阵列动子在磁浮作用下悬空于平面运动装置线圈阵列定子之上；角度测量装置位于旋转驱动装置环形永磁阵列动子之上；位移测量装置 PSD 组件包括接收装置和发射装置，其中接收装置对称固定在平面运动装置线圈阵列定子四周的直线电机上，发射装置对称固定在平面运动装置永磁阵列动子的四周。

当平面运动装置线圈阵列定子通电时，平面运动装置线圈阵列定子与平面运动装置永磁阵列动子间产生洛伦兹力，使得平面运动装置永磁阵列动子产生沿 X 轴、Y 轴、Z 轴方向的推力；水平方向沿 x、y 方向的推力实现平面运动装置永磁阵列动子在 XY 平面上的平面运动及绕 Z 轴的小角度转动，沿 Z 轴方向的推力实现平面运动装置永磁阵列动子的悬浮，并通过沿 Z 轴方向推力之间的差分使平面运动装置永磁阵列动子绕 X 轴与 Y 轴小角度转动，因此实现平面运动装置永磁阵列动子的六自由度运动；旋转驱动装置环形线圈阵列定子与旋转驱动装置环形永磁阵列动子之间由于洛伦兹力产生扭矩，使旋转驱动装置环形永磁阵列动子实现

360° 转动，同时带动平面运动装置线圈阵列定子进行 360° 转动，使得平面运动装置永磁阵列动子在洛仑兹力及力矩的作用下绕 Z 轴进行 360° 旋转。

本发明的技术特征还在于：旋转驱动装置中，所述的旋转驱动装置环形永磁阵列动子的永磁体和旋转驱动装置环形线圈阵列定子的线圈均采用矩形、扇形或梯形；平面运动装置中，所述的平面运动装置线圈阵列定子采用叠层形式，相邻两层线圈阵列排列方向相互垂直。

本发明与现有技术相比，具有以下优点和突出性效果：

运动平台在大范围平面运动的平时可绕 Z 轴进行 360° 大范围运动；结构简单，不冗余，同等条件下占地面积小；与传统结构相比，减少传递误差；由于采用的磁悬浮技术，通过有效控制，可以达到较高的精度，甚至可以实现纳米级精度。

附图说明

图 1 是本发明提供的六自由度磁悬浮工件台装置的轴测图。

图 2 是本发明的平面运动装置永磁阵列动子俯视图。

图 3 是本发明的平面运动装置线圈阵列定子轴测图。

图 4 是本发明的平面运动装置及位移测量装置主视图。

图 5 是本发明的平面运动装置永磁阵列动子受力分析图。

图 6 是本发明的平面运动装置单个永磁阵列受力分析图。

其中：100- 平面运动装置永磁阵列动子；101- 第一永磁阵列；102- 第二永磁阵列；103- 第三永磁阵列；104- 第四永磁阵列；200- 平面运动装置线圈阵列定子；201- 第一层线圈阵列，202- 第二层线圈阵列；300- 旋转驱动装置环形永磁阵列动子；400- 旋转驱动装置环形线圈阵列定子；500- 角度测量装置；600- 直线电机；601- 第一直线电机；602- 第二直线电机；603- 第三直线电机；604- 第四直线电机；700- 位移测量装置 PSD 组件；701- 第一 PSD 接受装置；702- 第二 PSD 接受装置；703- 第三 PSD 接受装置；704- 第四 PSD 接受装置；705- 第一 PSD 发射装置；706- 第二 PSD 发射装置；707- 第三 PSD 发射装置；708- 第四 PSD 发射装置；800- 底座。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的结构原理和工作过程作进一步详细描述。

本发明提供一种六自由度磁悬浮工件台，该工件台包括一个底座 800，一个旋转驱动装置，一个平面运动装置，角度测量装置和位移测量装置；旋转驱动装置包括旋转驱动装置环形线圈阵列定子 400 和旋转驱动装置环形永磁阵列动子 300；平面运动装置包括平面运动装置线圈阵列定子 200、平面运动装置永磁阵列动子 100 和直线电机 600；旋转驱动装置环形线圈阵列定子固定在底座上，旋转驱动装置环形永磁阵列动子同轴悬空于旋转驱动装置环形线圈阵列定子之上；平面运动装置线圈阵列定子和旋转驱动装置环形永磁阵列动子进行轴连

接, 平面运动装置永磁阵列动子在磁浮作用下悬空于平面运动装置线圈阵列定子之上; 角度测量装置 500 位于旋转驱动装置环形永磁阵列动子之上; 位移测量装置 PSD 组件 700 包括接收装置和发射装置, 其中接收装置对称固定在平面运动装置线圈阵列定子四周的直线电机上, 发射装置对称固定在平面运动装置永磁阵列动子的四周;

旋转驱动装置包括旋转驱动装置环形线圈阵列定子和旋转驱动装置环形永磁阵列动子。旋转驱动装置环形线圈阵列定子位于底座上, 当线圈通电流后, 旋转驱动装置环形线圈阵列定子和旋转驱动装置环形永磁阵列动子之间产生洛伦兹力, 提供扭矩, 使得旋转驱动装置环形永磁阵列动子进行 360° 旋转运动。

平面运动装置位于旋转驱动装置环形永磁阵列动子上, 包括平面运动装置线圈阵列定子和平面运动装置永磁阵列动子。当平面运动装置线圈阵列定子通电时, 平面运动装置线圈阵列定子与平面运动装置永磁阵列动子间产生洛伦兹力, 使得平面运动装置永磁阵列动子产生沿 X 轴、Y 轴、Z 轴方向的推力, 水平方向沿 x、y 方向的推力实现平面运动装置永磁阵列动子在 XY 平面上的平面运动及绕 Z 轴的小角度转动, 沿 Z 轴方向的推力实现平面运动装置永磁阵列动子的悬浮, 并通过沿 Z 轴方向推力之间的差分使平面运动装置永磁阵列动子绕 X 轴与 Y 轴小角度转动, 因此实现平面运动装置永磁阵列动子的六自由度运动。平面运动装置线圈阵列定子位于旋转驱动装置环形永磁阵列动子之上通过轴与之进行固连, 从而在旋转驱动装置环形永磁阵列动子的带动下, 平面运动装置线圈阵列定子进行 360° 转动, 使得平面运动装置永磁阵列动子在洛伦兹力及力矩的作用下绕 Z 轴进行 360° 旋转。

角度测量装置位于旋转驱动装置上, 在旋转驱动装置环形永磁阵列动子进行旋转运动时, 可对其运动角度进行测量。

位移测量装置位于平面运动装置上, 四个直线电机位于平面运动装置线圈阵列定子四周, 四个 PSD 接受装置分别位于四个直线电机之上, 四个 PSD 射线发射装置位于平面运动装置永磁阵列动子四周, 分别和四个 PSD 接受装置对应。

图 1 是六自由度磁悬浮工件台的轴测图。在洛伦兹力的作用下, 旋转驱动装置环形永磁阵列动子 300 相对于旋转驱动装置环形线圈定子 400 产生转矩进行转动。由于旋转驱动装置环形永磁阵列动子 300 和平面运动装置线圈阵列定子 200 由轴连接为一个整体, 旋转驱动装置环形永磁阵列动子 300 的旋转即为平面运动装置线圈阵列定子 200 的旋转。当平面运动装置线圈阵列定子通电时, 平面运动装置线圈阵列定子 200 和平面运动装置永磁阵列动子 100 之间产生洛伦兹力, 使得平面运动装置永磁阵列动子 100 产生沿 x、y、z 方向的力, 水平方向沿 x、y 方向的推力实现平面运动装置永磁阵列动子 100 的平面运动及绕 Z 轴的转动, 沿 Z 轴方向的推力克服平面运动装置永磁阵列动子 100 的重力使其悬浮, 并通过沿 Z 轴方向推力之间的差分使平面运动装置永磁阵列动子 100 能够绕 X 轴和 Y 轴进行小角度转动。当平面运

动装置线圈阵列定子 200 旋转时, 平面运动装置线圈阵列定子 200 和平面运动装置永磁阵列动子 100 之间产生相位差, 从而产生扭矩, 使得面运动装置永磁阵列动子 100 相对面运动装置线圈阵列定子 200 进行 360° 转动, 从而实现平面运动装置永磁阵列动子 100 绕 Z 轴进行 360° 任意角度旋转, 至此实现面运动装置永磁阵列动子 100 的六自由度运动。

角度测量装置 500 用于对旋转驱动装置环形永磁阵列动子 300 进行角度测量。位移测量装置 PSD 组件 700 包括接收装置和发射装置。其中接收装置对称固定在平面运动装置线圈阵列定子 200 四周的直线电机 600 上, 发射装置对称固定在平面运动装置永磁阵列动子 100 的四周, 可对平面运动装置的六自由度位移进行测量。

图 2 是平面运动装置永磁阵列动子 100 的俯视图, 包括第一永磁阵列 101、第二永磁阵列 102、第三永磁阵列 103、第四永磁阵列 104 四组 HALBACH 永磁阵列。其中第一永磁阵列 101、第三永磁阵列 103 沿 x 方向排列, 第二永磁阵列 102、第四永磁阵列 104 沿 y 方向排列。线圈通电时, 第一永磁阵列 101 和第三永磁阵列 103 产生 x、z 方向的力, 第二永磁阵列 102 和第四永磁阵列 104 产生 y、z 方向的力。实现平面运动装置永磁阵列动子 100 沿 x、y 方向的平面运动及 z 方向的悬浮, 通过推力之间的差分能够产生绕 Z 轴的转矩以及绕 X 轴、Y 轴的转矩, 因此实现了平面运动装置永磁阵列动子 100 的六自由度运动。

图 3 是平面运动装置线圈阵列定子 200 的轴测图。平面运动装置线圈阵列定子 200 由相互垂直的线圈阵列叠加形成, 如第一层线圈阵列 201 和第二层线圈阵列 202 排列形式相差 90° 。第一层线圈阵列 201 的各个线圈沿 y 方向连接固定, 第二层线圈阵列 202 的各个线圈沿 x 方向固定在一起。第三层线圈阵列和第一层线圈阵列排列方式一样, 第四层线圈阵列和第二层线圈阵列排列方式一样, 依次类推, 线圈阵列层数视实际需要确定。平面运动装置线圈阵列定子 200 能够为平面运动装置永磁阵列动子 100 分别提供 x、y、z 三个不同方向的洛伦兹力。

图 4 是平面运动装置及位移测量装置主视图。位移测量装置用来测量平面运动装置永磁阵列动子 100 相对平面运动装置线圈阵列定子 200 的位移以及转动角度。位移测量装置 PSD 的第一 PSD 接收装置 701、第二 PSD 接收装置 702、第三 PSD 接收装置 703 和第四 PSD 接收装置 704 分别对称固定于平面运动装置线圈阵列定子 200 四周的第一直线电机 601、第二直线电机 602、第三直线电机 603、第四直线电机 604 上, 第一 PSD 发射装置 705、第二 PSD 发射装置 706、第三 PSD 发射装置 707、第四 PSD 发射装置 708 对称位于平面运动装置永磁阵列动子 100 的四周。其中第一 PSD 接收装置 701 和第一 PSD 发射装置 705 为一组, 第二 PSD 接收装置 702 和第二 PSD 发射装置 706 为一组, 第三 PSD 接收装置 703 和第三 PSD 发射装置 707 为一组, 第四 PSD 接收装置 704 和第四 PSD 发射装置 708 为一组。当平面运动装置永磁阵列动子 100 进行运动时, 第一 PSD 发射装置 705、第二 PSD 发射装置 706、第三 PSD 发射装置

707、第四 PSD 发射装置 708 发射的射线分别在第一 PSD 接收装置 701、第二 PSD 接收装置 702、第三 PSD 接收装置 703、第四 PSD 接收装置 704 上的投影产生偏移，通过解算可得平面运动装置永磁阵列动子 100 的平面移动范围及转动角度。

图 5 是平面运动装置永磁阵列动子受力分析图。平面运动装置永磁阵列动子由四个 HALBACH 永磁阵列第一永磁阵列 101、第二永磁阵列 102、第三永磁阵列 103、第四永磁阵列 104 组成。第一永磁阵列 101、第三永磁阵列 103 沿 x 方向排列，第二永磁阵列 102、第四永磁阵列 104 沿 y 方向排列，在第一层线圈阵列 201 通电时，第一永磁阵列 101 和第三永磁阵列 103 产生沿 x、z 方向的力，而第二永磁阵列 102 和第四永磁阵列 104 不产生力。在第二层线圈阵列 202 通电时，第一永磁阵列 101 和第三永磁阵列 103 不产生力，第二永磁阵列 102 和第四永磁阵列 104 产生沿 y、z 方向的力。依次类推，当奇数层线圈通电时，第一永磁阵列 101 和第三永磁阵列 103 产生沿 x、z 方向的力，该力可以推动平面运动装置永磁阵列动子沿 X 轴方向运动及沿 Z 轴方向运动。当第一永磁阵列 101 和第三永磁阵列 103 沿 Z 轴方向推力大小不相等时，将产生绕 X 轴的扭矩，进而可以使平面运动装置永磁阵列动子绕 X 轴转动。当偶数层线圈通电时，第二永磁阵列 102 和第四永磁阵列 104 产生沿 y、z 方向的力，该力能够推动平面运动装置永磁阵列动子沿 Y 轴方向运动及沿 Z 轴方向运动。当第二永磁阵列 102 和第四永磁阵列 104 沿 Z 轴方向推力大小不相等时，将产生绕 Y 轴的扭矩，进而可以使平面运动装置永磁阵列动子绕 Y 轴转动。当平面运动装置线圈阵列定子转动时，由于平面运动装置线圈阵列定子和平面运动装置永磁阵列动子的相位差作用，四个 HALBACH 永磁阵列会在 x、y、z 方向均产生力，从而使平面运动装置永磁阵列动子能够绕 Z 轴进行转动。在四个永磁阵列的作用力下，平面运动装置永磁阵列动子可产生绕 Z 轴的转矩，沿 x、y 方向大范围运动，绕 X、Y 轴俯仰及竖直方向高度调整，实现平面运动装置永磁阵列动子的六自由度运动。

图 6 是平面运动装置永磁阵列动子单个永磁阵列受力分析图。第一永磁阵列 101 沿 x 方向排列，第一层线圈阵列 201 即奇数层的线圈阵列为第一永磁阵列 101 提供 x、z 方向的洛伦兹力 F_x 、 F_z 。其他永磁阵列受力情况类似。

权利要求书

1 一种六自由度磁悬浮工件台，其特征在于：该工件台包括一个底座（800），一个旋转驱动装置，一个平面运动装置，角度测量装置和位移测量装置；旋转驱动装置包括旋转驱动装置环形线圈阵列定子（400）和旋转驱动装置环形永磁阵列动子（300）；平面运动装置包括平面运动装置线圈阵列定子（200）、平面运动装置永磁阵列动子（100）和直线电机（600）；旋转驱动装置环形线圈阵列定子（400）固定在底座（800）上，旋转驱动装置环形永磁阵列动子（300）同轴悬空于旋转驱动装置环形线圈阵列定子（400）之上；平面运动装置线圈阵列定子（200）和旋转驱动装置环形永磁阵列动子（300）进行轴连接，平面运动装置永磁阵列动子（100）在磁浮作用下悬空于平面运动装置线圈阵列定子（200）之上；角度测量装置（500）位于旋转驱动装置环形永磁阵列动子（300）之上；位移测量装置 PSD 组件包括接收装置和发射装置，其中接收装置对称固定在平面运动装置线圈阵列定子（200）四周的直线电机（600）上，发射装置对称固定在平面运动装置永磁阵列动子（100）的四周；

当平面运动装置线圈阵列定子通电时，平面运动装置线圈阵列定子（200）与平面运动装置永磁阵列动子（100）间产生洛伦兹力，使得平面运动装置永磁阵列动子（100）产生沿 X 轴、Y 轴、Z 轴方向的推力；水平方向沿 x、y 方向的推力实现平面运动装置永磁阵列动子（100）在 XY 平面上的平面运动及绕 Z 轴的小角度转动，沿 Z 轴方向的推力实现平面运动装置永磁阵列动子（100）的悬浮，并通过沿 Z 轴方向推力之间的差分使平面运动装置永磁阵列动子（100）绕 X 轴与 Y 轴小角度转动，因此实现平面运动装置永磁阵列动子（100）的六自由度运动；旋转驱动装置环形线圈阵列定子（400）与旋转驱动装置环形永磁阵列动子（300）之间由于洛伦兹力产生扭矩，使旋转驱动装置环形永磁阵列动子（300）实现 360° 转动，同时带动平面运动装置线圈阵列定子（200）进行 360° 转动，使得平面运动装置永磁阵列动子（100）在洛伦兹力及力矩的作用下绕 Z 轴进行 360° 旋转。

2 按照权利要求 1 所述的一种六自由度磁悬浮工件台，其特征在于：旋转驱动装置中，所述的旋转驱动装置环形永磁阵列动子的永磁体和旋转驱动装置环形线圈阵列定子的线圈均采用矩形、扇形或梯形。

3 按照权利要求 1 所述的一种六自由度磁悬浮工件台，其特征在于：平面运动装置中，所述的平面运动装置线圈阵列定子采用叠层形式，相邻两层线圈阵列排列方向相互垂直。

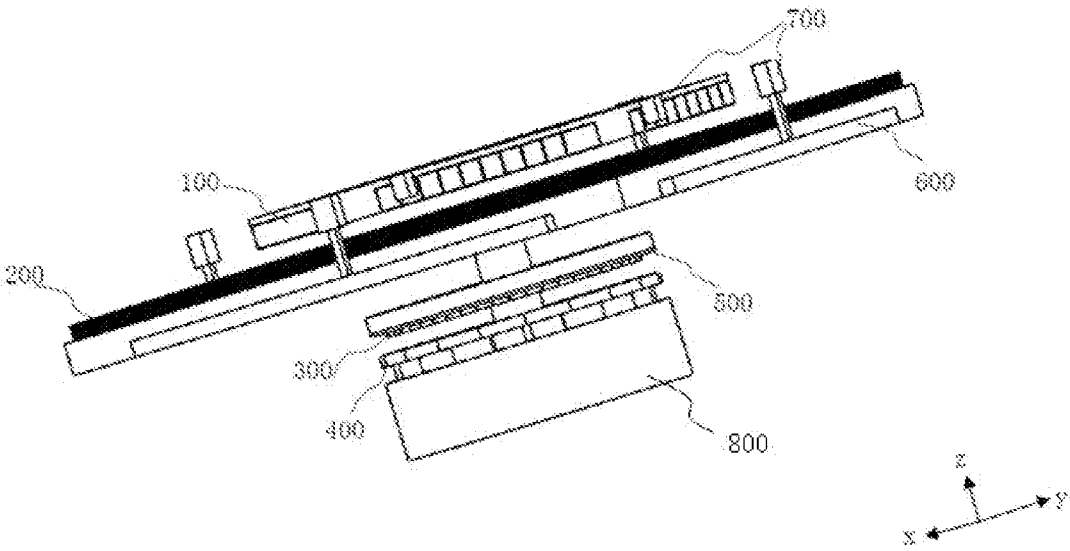


图 1

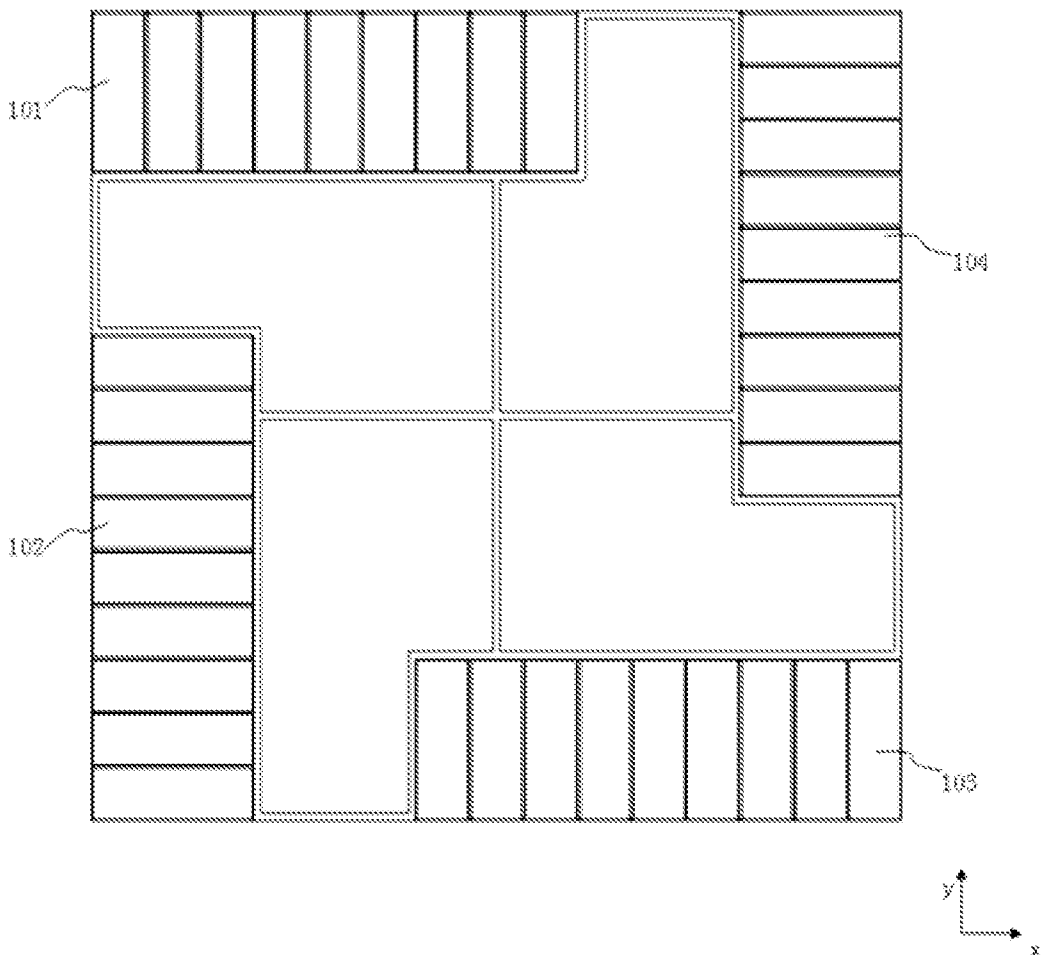


图 2

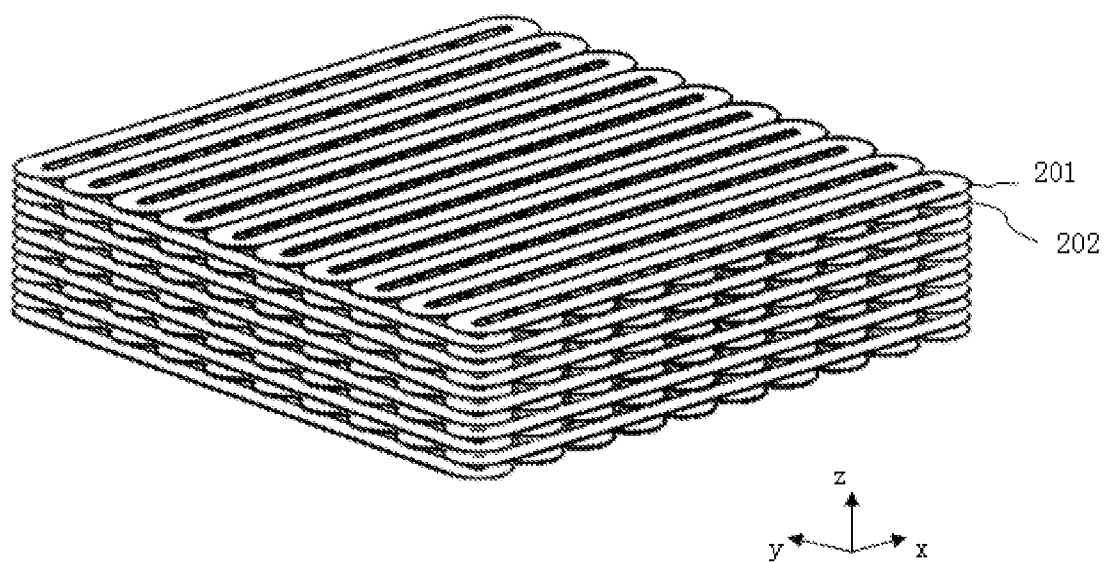


图 3

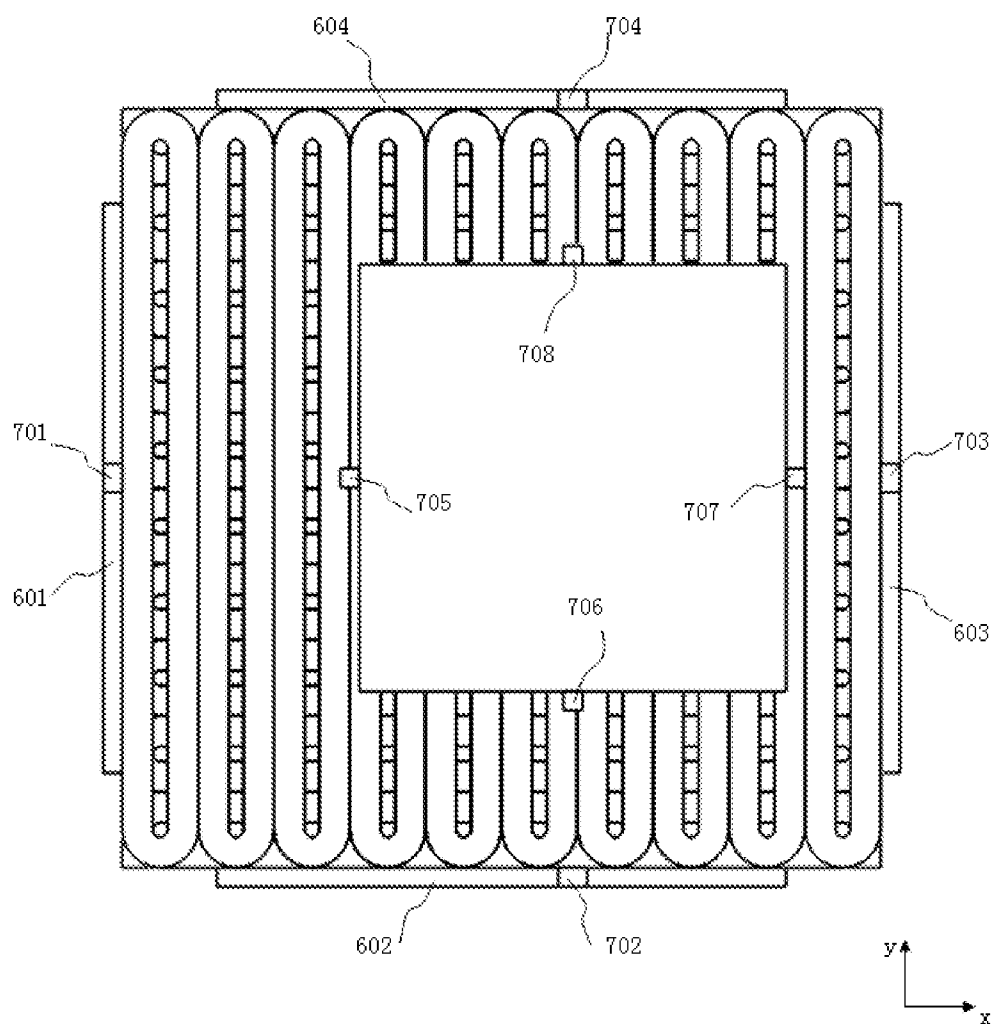


图 4

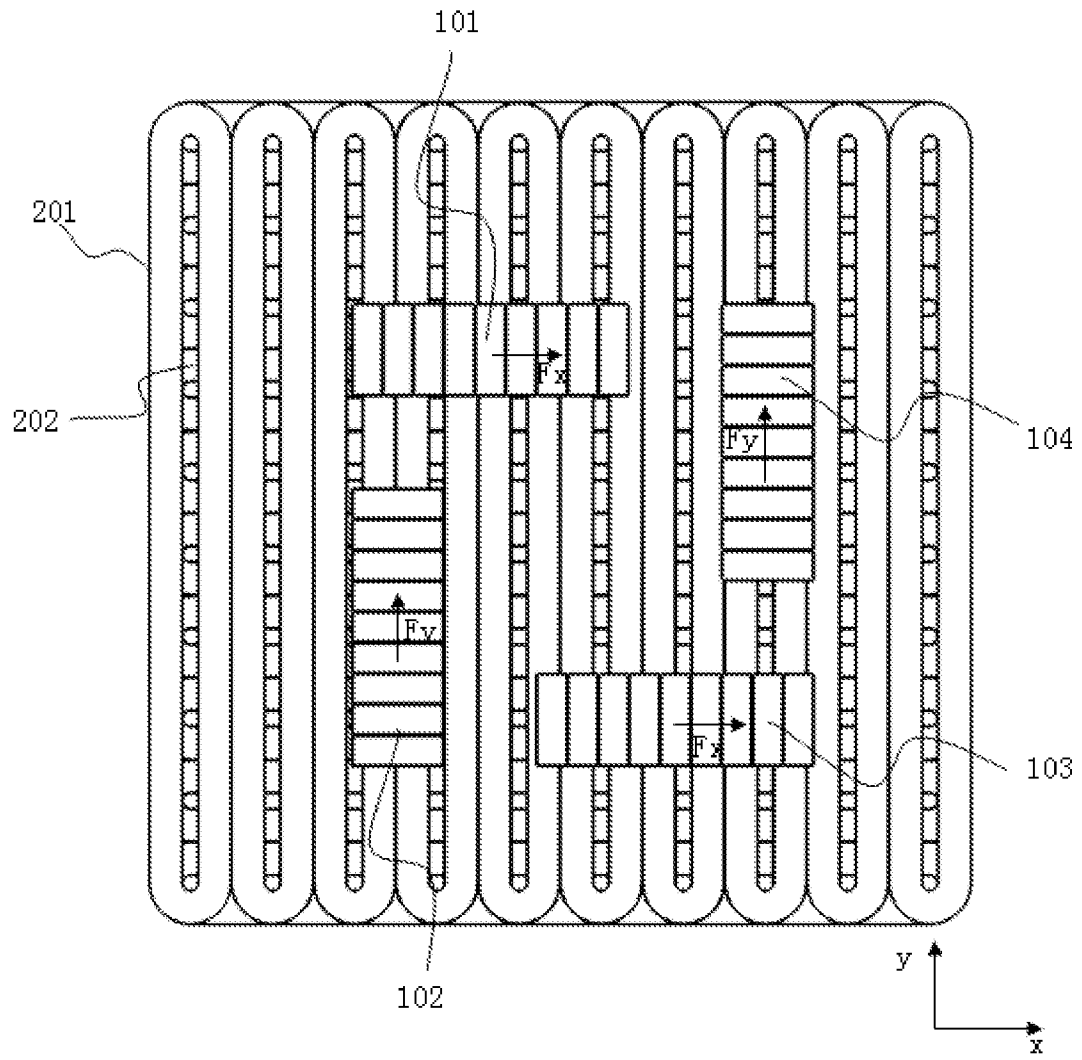


图 5

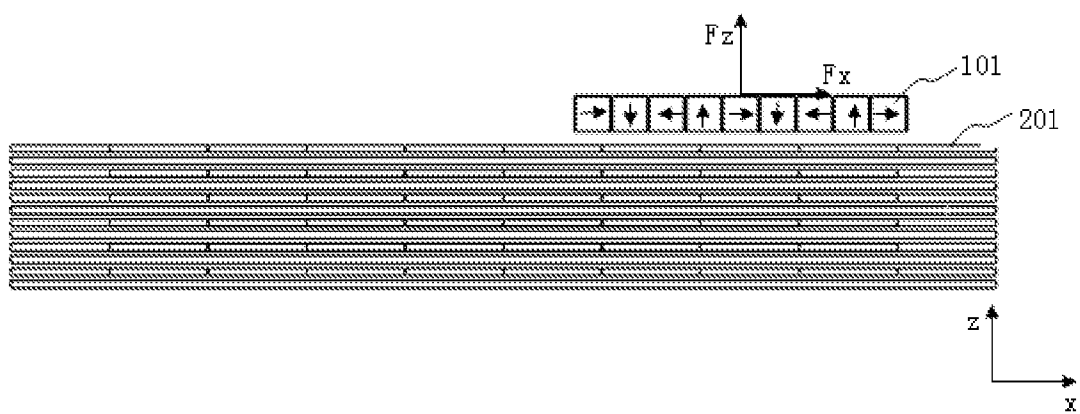


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/088726

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N 15/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H02N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CPRS, CNKI, WPI, EPODOC: magnet+, suspen+, table, rotor, stator, rotat+, linea+, freedom, degree

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103066894 A (UNIV TSINGHUA) 24 April 2013 (24.04.2013) description, the specific embodiment, and claims 1-3	1-3
A	CN 101807010 A (UNIV TSINGHUA) 18 August 2010 (18.08.2010) the whole document	1-3
A	CN 101075098 A (UNIV TSINGHUA) 21 November 2007 (21.11.2007) the whole document	1-3
A	CN 101551598 A (UNIV TSINGHUA) 07 October 2009 (07.10.2009) the whole document	1-3
A	CN 1434459 A (UNIV WUHAN TECH) 06 August 2003 (06.08.2003) the whole document	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 January 2014 (14.01.2014)	Date of mailing of the international search report 13 March 2014 (13.03.2014)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer YU, Junwei Telephone No. (86-10) 62411724

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/088726

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103066894 A	24.04.2013	None	
CN 101807010 A	18.08.2010	WO 2011113347 A1	22.09.2011
		CN101807010B	28.12.2011
		US2013038853A1	14.02.2013
		US8599361B2	03.12.2013
CN 101075098 A	21.11.2007	CN 100470378 C	18.03.2009
CN 101551598 A	07.10.2009	WO 2010111969 A1	07.10.2010
		CN101551598B	01.12.2010
		US2012099094A1	26.04.2012
CN 1434459 A	06.08.2003	CN 100392767 C	04.06.2008

A. 主题的分类		
H02N 15/00 (2006.01) i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: H02N		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CPRS, CNKI, WPI, EPODOC: 定子, 转子, 动子, 永磁, 悬浮, 悬空, 直线, 旋转, 自由度, 位移, 角度 magnet+, suspen+, table, rotor, stator, rotat+, linea+, freedom		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103066894 A (清华大学) 24.4 月 2013 (24.04.2013) 说明书具体实施方式部分, 权利要求 1-3	1-3
A	CN 101807010 A (清华大学) 18.8 月 2010 (18.08.2010) 全文	1-3
A	CN 101075098 A (清华大学) 21.11 月 2007 (21.11.2007) 全文	1-3
A	CN 101551598 A (清华大学) 07.10 月 2009 (07.10.2009) 全文	1-3
A	CN 1434459 A (武汉理工大学) 06.8 月 2003 (06.08.2003) 全文	1-3
☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 14.1 月 2014 (14.01.2014)		国际检索报告邮寄日期 13.3 月 2014 (13.03.2014)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451		授权官员 于君伟 电话号码: (86-10) 62411724

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/088726

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 103066894 A	24.04.2013	无	
CN 101807010 A	18.08.2010	WO 2011113347 A1	22.09.2011
		CN 101807010 B	28.12.2011
		US 2013038853 A1	14.02.2013
		US 8599361 B2	03.12.2013
CN 101075098 A	21.11.2007	CN 100470378 C	18.03.2009
CN 101551598 A	07.10.2009	WO 2010111969 A1	07.10.2010
		CN 101551598 B	01.12.2010
		US 2012099094 A1	26.04.2012
CN 1434459 A	06.08.2003	CN 100392767 C	04.06.2008