



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102501224 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201110291618. 4

CN 101834550 A, 2010. 09. 15, 全文 .

(22) 申请日 2011. 09. 30

DE 2416657 A1, 1974. 10. 17, 全文 .

DE 19628921 A1, 1997. 04. 10, 全文 .

(73) 专利权人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市麓山南路 932 号

审查员 孙丛笑

(72) 发明人 李群明 韩雷 邓华 张世伟

胥晓 陈启会

(51) Int. Cl.

B25H 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101900952 A, 2010. 12. 01, 全文 .

CN 101800502 A, 2010. 08. 11, 全文 .

CN 2904210 Y, 2007. 05. 23, 全文 .

CN 101022040 A, 2007. 08. 22, 全文 .

CN 101874339 A, 2010. 10. 27, 全文 .

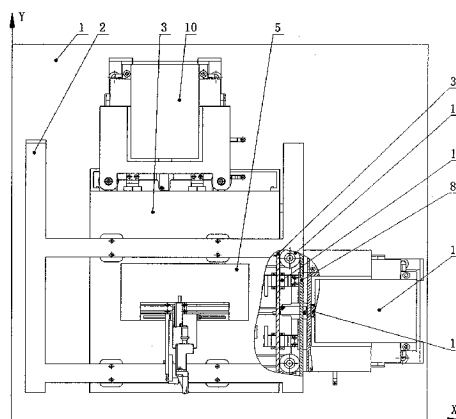
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种平面型磁浮直线运动平台

(57) 摘要

本发明公开了一种具有两维较大行程的平面型磁浮直线运动平台装置。该装置的每个电磁轴承由两个差动式驱动电磁铁组成,控制线圈中电流可使磁浮直线运动平台的磁浮工作台在电磁力作用下稳定悬浮,与支座及直线驱动系统间无机械接触;磁浮工作台与直线电机驱动单元相互独立,两个水平面上相互垂直的直线电机依靠相应的侧向导向用磁轴承的非接触电磁力作用推动磁浮工作台作平面型两维直线运动。其中磁浮工作台的两个水平方向直线导向及驱动机构结构完全相同,每个机构均由两个电磁轴承和两个机械滚动轴承组成。两导向机构无耦合关系。当平台高加速度运动时,刚性滚动轴承辅助导向及保护电磁轴承,而在稳定状态及需要比较小的驱动力时,电磁轴承可以直接驱动磁浮工作台并保持磁浮无接触导向。



1. 一种平面型磁浮直线运动平台,主要部件包括:底座(1)、电磁铁支座(2)、磁浮工作台(3)、四套垂向电涡流传感器(4)、工作负载(5)、四对垂向差动驱动电磁铁(6)、用于检测直线电机位移的两套直线光栅尺(7)、定位板(8),驱动支架(9)、垂直放置分别沿X、Y轴方向运动的两台直线电机(10)、与直线电机运动方向一致的两对平行导轨(11)、光电开关(12)、限位块(13)、每一维直线运动方向上的两个滚动轴承(14)、每一直线导向方向上各有两对水平导向电磁铁(15);四对垂向差动驱动电磁铁(6)组成四个主动控制的支承电磁轴承,每一导向方向上的两对水平导向电磁铁(15)组成两个柔性驱动的导向电磁轴承,通过每对电磁铁附近安装的电涡流传感器检测的磁浮工作台位置信息作为反馈控制信号,控制线圈中的电流以分别控制每个电磁轴承产生的电磁力,可使磁浮工作台及其上负载稳定地悬浮在电磁铁支座上面确定的平衡工作位置,保证磁浮工作台工作时与垂向的电磁铁支座及与水平方向的直线电机间无机械接触,实现磁浮工作台的垂向支承、直线运动导向与直线驱动之间的分离;电磁铁支座为非导磁材料,电磁铁和磁浮工作台为高磁导率材料,磁浮工作台为中空方槽形结构,相邻两边相互垂直,其中有两个相邻垂直边起导轨作用,两个直线电机安装在底座上,每个电机的驱动支架上安装有两个导向和驱动用滚动轴承和两对电磁铁组成的两个水平导向电磁轴承,磁浮工作台的导轨边置于每对电磁铁对的空隙间,在两个直线电机的水平驱动作用下,磁浮工作台在水平方向上可沿相互垂直的两维平面方向运动,受两对水平导向电磁铁的导向作用,两维直线运动间无机械耦合,从而可使磁浮直线运动平台实现大范围的平面运动。

2. 根据权利要求1所述的一种平面型磁浮直线运动平台,其特征在于:与每个直线电机定子相连的每一驱动支架为非导磁材料,支架上分别包括两个刚性驱动的滚动轴承和两对水平导向电磁铁组成的两个柔性驱动的导向电磁轴承,每个导向电磁轴承通过相邻的电涡流传感器进行位置伺服反馈,可控制作用在磁浮工作台导向边导轨上的电磁推力和导轨相对于每个电磁轴承的电磁铁对间的气隙位置;滚动轴承外径离磁浮工作台导轨表面的最近距离比电磁铁外表面离其距离要小,可保护导向电磁轴承,在高加速、大推力驱动作用下,导向电磁轴承的电磁推力不足而气隙大小难以保持恒定时,可借助滚动轴承直接推动磁浮工作台运动,两个滚动轴承和两个水平导向电磁轴承共同完成每一维方向上的导向和驱动功能。

3. 根据权利要求1所述的一种平面型磁浮直线运动平台,其特征在于:滚动轴承与水平导向电磁轴承的集成工作模式为:当磁浮直线运动平台需要比较大的加速度时,滚动轴承直接驱动磁浮工作台运动,其中导向电磁轴承起到缓冲并避免刚性碰撞的作用;当磁浮直线运动平台需要比较小的驱动力时,导向电磁轴承可以直接驱动磁浮工作台运动,是无机械接触的柔性驱动,实现导向电磁轴承无接触导向与驱动之间的集成。

4. 根据权利要求1所述的一种平面型磁浮直线运动平台,其特征在于:直线电机为伺服电机,分别装有高精度反馈元件直线光栅尺,可实现其精密直线运动控制,光电开关及限位块对其极限位置实行电控和机械系统双限位作用。

一种平面型磁浮直线运动平台

技术领域

[0001] 本发明涉及微电子制造装备中的精密磁浮直线运动控制系统,特别是涉及一种大行程两维平面运动型磁浮直线运动平台。

技术背景

[0002] 在一些微电子芯片制造及生物制造领域,如高速引线键合机等,制造装备要求具有高速度、高精度、高洁净度运动系统。但目前的芯片制造装备的运动系统均采用直线导轨或气浮轴承支承,受机械摩擦或气流的影响,定位精度及动态性能受限,难以适应高速高精度和环境友好性要求。采用无机械接触的磁浮支承直线运动系统是一种新的选择。传统的多维磁浮运动平台的设计中,直线电机与电磁轴承是集成在一起的,各自由度方向上的运动系统相互间耦合强烈,平面运动行程有限。本发明将带有工作负载的磁浮工作台部分在垂直的重力方向上通过控制电磁铁产生的电磁力与负载保持平衡,保持磁浮工作台稳定悬浮;磁浮工作台的两个侧向直线导向及驱动机构结构完全相同,每个导向机构均由两个导向电磁轴承和两个机械滚动轴承组成。通过直线电机提供的驱动力,由驱动单元的刚性滚动轴承驱动磁浮工作台或者柔性的导向电磁轴承驱动磁浮工作台,使由垂向支承电磁轴承支承的磁浮工作台可在水平面内快速运动且在平面内具有较大的行程范围,实现磁浮导向与驱动之间的集成。每一方向上的行程只取决于直线电机行程,理论上可以无限增加。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种可实现无机械接触的大行程平面型磁浮直线运动平台,能有效提高运动系统的作业空间、运动精度和动态响应性能,为微电子芯片制造装备提供一种洁净、高速高精的两维磁浮直线运动平台

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提供的平面型磁浮直线运动平台,主要包括:底座、电磁铁支座、实现平面运动的磁浮工作台、四套垂向电涡流传感器、磁浮工作台上的工作负载、四对垂向差动驱动电磁铁组成的四个支承电磁轴承、用于检测电机位移的两套直线光栅尺、定位板、驱动支架、垂直放置分别沿 X、Y 轴方向运动的两台直线电机、与直线电机运动方向一致的两对平行导轨、限位检测光电开关、限位块、每一维直线运动方向上各有两个滚动轴承、每一直线运动导向方向上各由两对差动驱动的水平导向电磁铁组成的导向电磁轴承。

[0005] 本发明所述的一种平面型磁浮直线运动平台解决大行程问题的技术特征包括:1、四对垂向差动驱动电磁铁组成四个差动式主动控制的支承电磁轴承,通过检测每对电磁铁附近安装的电涡流传感器的位置信息作为反馈控制信号,控制线圈中的电流以控制支承电磁轴承产生的电磁力,可使磁浮工作台稳定地悬浮在电磁铁支座上面,保证磁浮工作台工作时与垂向支座间无机械接触;电磁铁支座为非导磁材料,电磁铁和磁浮工作台为高磁导率材料,磁浮直线运动平台的磁浮工作台为中空方槽形结构,相邻两边相互垂直,其中有两个相邻垂直边分别起 X、Y 向直线运动的导轨作用;两个直线电机的定子均安装在底座

上,联接每个直线电机的驱动支架上安装有两个导向和驱动用的滚动轴承和两个由差动驱动导向电磁铁对组成的导向电磁轴承,磁浮工作台的导轨边置于磁铁对的空隙间,在两个直线电机的驱动作用下,磁浮工作台及其负载可沿相互垂直的两维平面方向运动,受两对水平方向导向电磁轴承的导向作用,两维运动间无机械耦合,从而可使磁浮工作台实现大范围的平面运动。2、与直线电机运动部分相连的每一驱动支架为非导磁材料,支架上分别包括两个刚性滚动轴承和由两对差动驱动电磁铁组成的两个柔性导向电磁轴承;导向电磁轴承通过电涡流传感器进行位置伺服反馈,可控制作用在磁浮工作台导向边上的电磁力和导轨相对于电磁铁的气隙位置;滚动轴承外径离磁浮工作台的导轨表面的最近距离比电磁铁外表面离其距离要小,可保护导向电磁轴承,在高加速、大推力驱动作用下,导向电磁轴承的电磁力不足而气隙大小难以保持恒定时,可借助滚动轴承刚性地直接推动磁浮工作台运动,两个滚动轴承和两个水平导向电磁轴承共同完成每一维方向上的导向和驱动功能。4、刚性的滚动轴承与柔性的导向电磁轴承的集成工作模式为:当磁浮直线运动平台需要比较大的加速度时,滚动轴承直接驱动磁浮工作台,其中导向电磁轴承起到缓冲并避免刚性碰撞的作用;当磁浮直线运动平台需要比较小的加速度时,导向电磁轴承可以直接驱动磁浮工作台,实现磁浮导向与直线驱动之间的集成;5、直线电机为伺服电机,分别装有高精度反馈元件即直线光栅尺检测系统,可实现其精密运动控制,光电开关及限位块对其极限位置实行电控和机械系统双限位作用。

[0006] 与背景技术相比,本发明的有益效果是:

[0007] 1、带有工作负载的磁浮直线运动平台的磁浮工作台通过控制四个垂向支承电磁轴承产生的电磁力与负载保持平衡,使磁浮工作台在垂直方向上稳定悬浮在工作位置;通过直线电机提供的驱动力,由驱动单元的刚性滚动轴承或者柔性的导向磁浮轴承驱动磁浮工作台,使磁浮工作台在水平面内产生快速运动且具有较大的平面行程范围,实现磁浮工作台的垂向支承、直线运动导向与直线驱动之间的分离;

[0008] 2、当磁浮工作台需要稳定悬浮时,四对垂向电磁铁组成的四个支承电磁轴承和四对水平直线运动导向的电磁铁组成的四个导向电磁轴承均通过电涡流传感器的位置反馈控制使其悬浮在稳定位置。即稳定工作时,磁浮工作台与支座及直线电机运动系统间无机械接触,避免了因机械摩擦所带来的爬行、润滑油污染、磨损等问题,具有更高的动态响应性能和运动精度。

附图说明

[0009] 图1是本发明的结构示意图,图1(a)为主视图,1(b)为俯视图。图1中:底座(1)、电磁铁支座(2)、磁浮工作台(3)、四套垂向电涡流传感器(4)、工作负载(5)、四对垂向差动驱动“U”形电磁铁(6)、用于检测电机位移的两套直线光栅尺(7)、定位板(8)、驱动支架(9)、水平面上分别沿X、Y轴方向运动的两台直线电机(10)、与电机运动方向一致的两对平行导轨(11)、光电开关(12)、限位块(13)、每一维运动方向上的两个滚动轴承(14)、每一导向方向上各有两对水平导向电磁铁(15)。

具体实施方式

[0010] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

[0011] 参见图 1, 本发明所述平面型磁浮直线运动平台, 主要部件包括: 一个底座 (1)、一个电磁铁支架 (2) (用于固定支承四对垂向电磁铁)、平台中的磁浮工作台 (3)、四套垂向电涡流传感器 (4)、工作负载 (5)、四对垂向差动驱动电磁铁 (6)、用于检测电机位移的两套直线光栅尺 (7)、定位板 (8), 驱动支架 (9)、水平面上垂直放置分别沿 X、Y 方向直线运动的两台直线电机 (10)、与直线电机运动方向一致的两对平行导轨 (11)、光电开关 (12)、限位块 (13)、每一维运动方向上辅助导向的两个滚动轴承 (14)、每一导向方向上各有两对差动驱动的水平导向电磁铁 (15)。两台直线电机可以完全相同, 也可以不同, 根据具体行程要求而定。两台直线电机共同作用于磁浮直线运动平台的磁浮工作台上, 磁浮工作台在驱动支架上电磁铁的磁浮导向与推拉作用下, 相对于自身导槽作直线运动, 两维方向运动相互独立, 无机械及电气耦合, 使平台可产生大范围平面运动。

[0012] 本发明在磁浮直线运动平台垂直于地面的重力方向上有四对“U”型电磁铁 (6) 组成的四个支承电磁轴承, 绕着每个支承电磁轴承的“U”形电磁铁铁芯缠上导流线圈, 每对电磁铁开口面正对, 中间为磁浮工作台的平板面, 并保持确定的间隙。在线圈中通电时, 相对的上下电磁铁产生电磁吸力, 利用电涡流传感器的位置反馈信息进行位置伺服控制, 在支承电磁轴承的电磁铁中电磁力的支承作用下可使磁浮工作台保持稳定悬浮而不与铁芯接触。四个垂向支承电磁轴承的线圈中的电流以推拉式差动控制方式, 使每一个电磁轴承产生确定的电磁力以平衡重力及外界扰动力, 可使磁浮工作台稳定地悬在电磁铁支座上面, 保证磁浮工作台工作时与垂向支架间无机械接触。

[0013] 为提高支承和导向电磁轴承的导磁效率, 减少磁场干扰及漏磁, 避免磁短路, 支架采用非导磁材料, 电磁铁和磁浮工作台为高磁导率材料。磁浮工作台为中空方槽形结构, 相邻两边相互垂直, 其中有两个相邻垂直边起导轨并承受直线电机驱动力作用; 两个直线电机安装在底座上, 每个直线电机运动部分的联接驱动支架上安装有两个导向和驱动用滚动轴承和两个导向电磁轴承, 磁浮工作台的导轨边置于磁铁对的空隙间, 在两个直线电机的驱动作用下, 磁浮工作台可沿相互垂直的两维平面方向运动, 受两对水平方向导向电磁铁的导向作用, 两维运动无机械耦合, 从而可使磁浮工作台实现大范围的平面运动。

[0014] 与电机动子相连的每一驱动支架也采用非导磁材料, 支架上分别包括两个刚性驱动的滚动轴承和两对柔性驱动的差动式导向电磁轴承。每个导向电磁轴承相对的两电磁铁的气隙间放置磁浮工作台的导向边, 通过电涡流传感器进行位置伺服反馈, 可控制作用在磁浮工作台导向边上的电磁力和导轨相对于电磁铁的气隙大小。滚动轴承外径离动子导轨表面的最近距离比电磁铁外表面离其距离要小, 可保护导向电磁轴承, 在高加速、大推力驱动作用下, 导向电磁轴承的电磁力不足而气隙大小难以保持恒定时, 可借助滚动轴承直接推动磁浮工作台运动。而在磁浮工作台稳定工作时, 磁浮工作台垂直方向两导向边与驱动支架间在电磁力的作用下也保持无接触的悬浮状态, 此时滚动轴承不起作用。两个滚动轴承和两个水平导向电磁轴承共同完成每一维方向上的导向和驱动功能。

[0015] 刚性的滚动轴承与柔性的导向电磁轴承的协同工作模式为: 直线运动前, 首先保持磁浮工作台处于稳定悬浮状态。直线驱动过程中, 当磁浮工作台需要比较大的加速度时, 由于电磁力有限而暂时失稳, 刚性滚动轴承会先接触导轨直接驱动磁浮工作台运动, 其中导向电磁轴承起到缓冲并避免刚性碰撞的作用; 当磁浮工作台需要比较小的驱动力时, 导向电磁轴承可以直接驱动平台的磁浮工作台, 此时磁浮工作台与直线驱动系统处于无接触

的悬浮工作状态,实现了磁浮工作台的垂向支承、直线运动导向与直线驱动之间的分离。其中滚动轴承起辅助驱动作用。

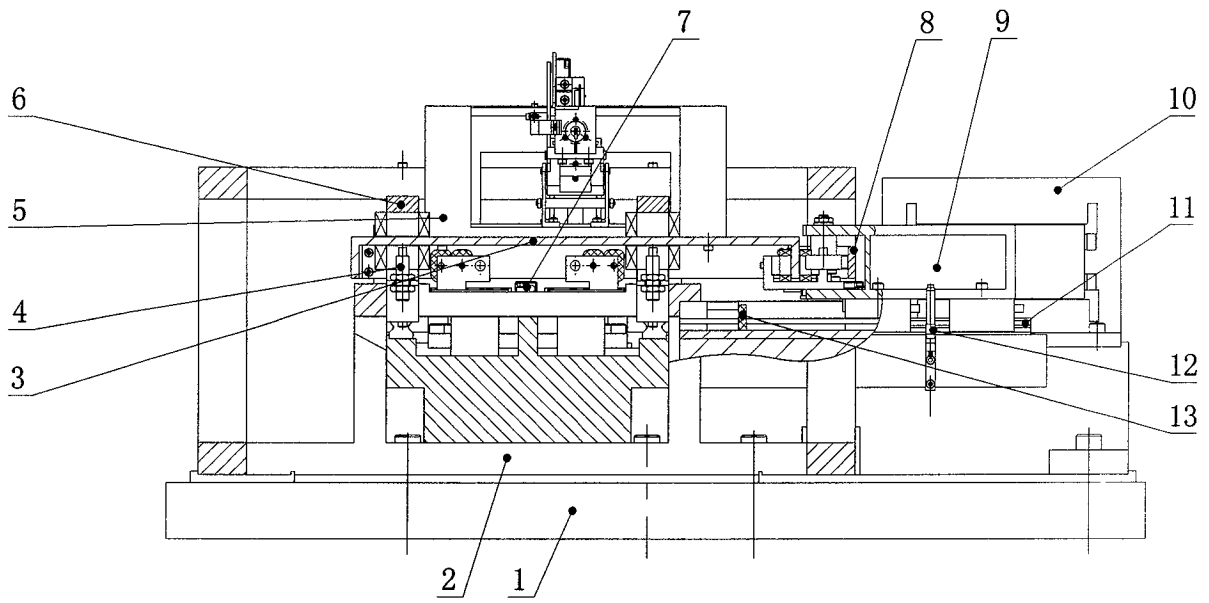
[0016] 直线驱动采用的直线电机为伺服电机,分别装有高精度位移反馈元件(直线光栅尺),可实现其精密运动控制。每一维正、反向运动方向上均设置了光电开关及限位块,对其极限位置实行电控和机械系统双限位控制。光电开关先检测到极限位置并发送到位开关信号,控制系统根据检测到的信号采取限位动作。

[0017] 磁浮工作台上的工作负载为目标作业系统,图中所示的一个典型应用实例是放置一套引线键合头,控制磁浮直线运动平台的运动配合键合头的键合运动可对芯片进行高速引线键合。

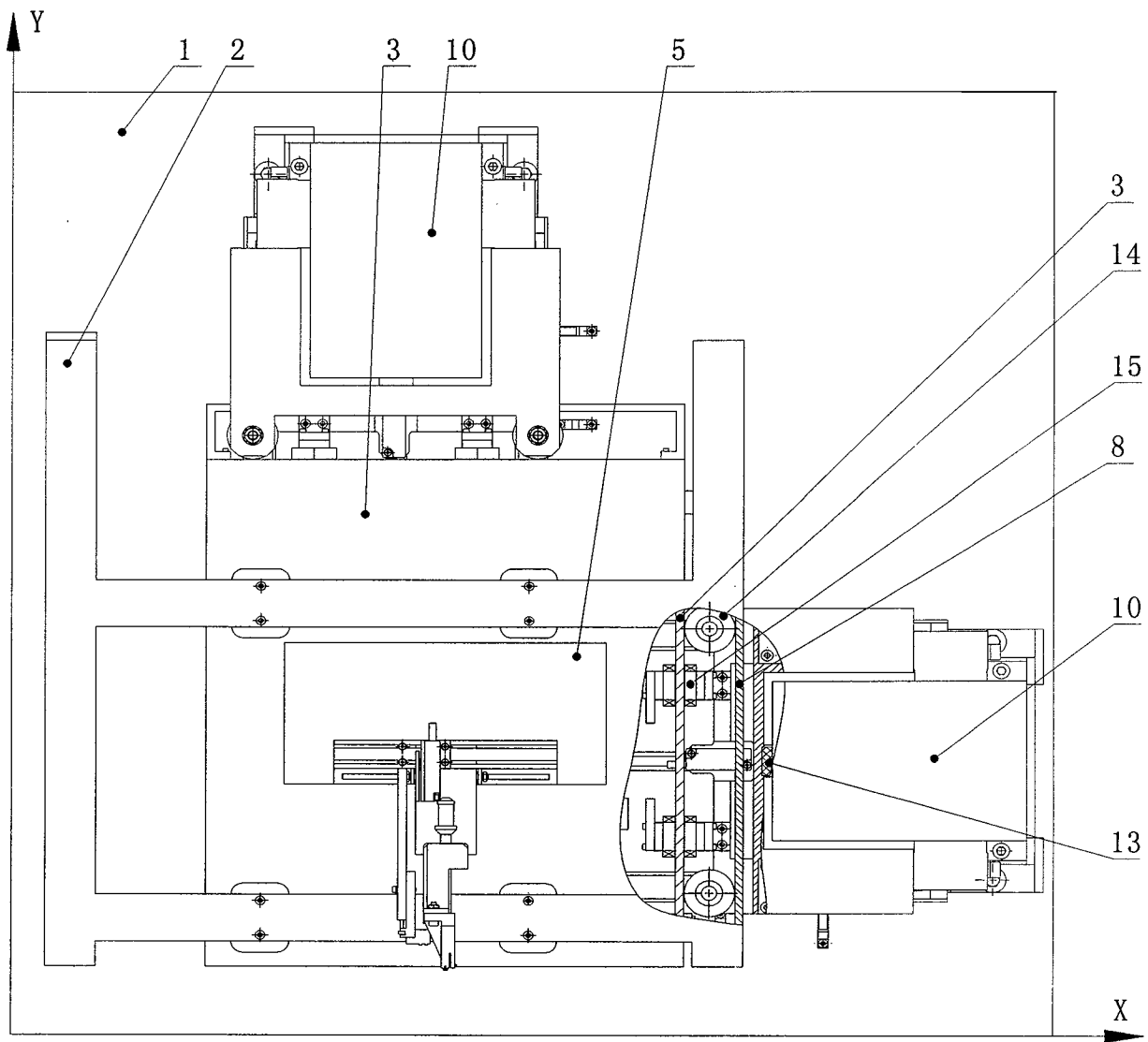
[0018] 平台正常工作时,带有工作负载的磁浮工作台首先通过控制系统使垂直方向的支承电磁轴承产生的电磁力与负载重力保持平衡,使磁浮工作台在垂向上稳定悬浮在确定的平衡工作位置;水平方向的导向电磁轴承也先稳定工作,使平台导向边处于气隙中间位置,从而使整个磁浮工作台处于无机械接触的完全悬浮工作状态。

[0019] 当进行加、减速直线运动作业时,通过直线电机提供的驱动力,由驱动单元的刚性滚动轴承或者导向电磁轴承驱动磁浮工作台,使磁浮工作台在水平面内产生快速运动且具有较大的平面行程范围,实现磁浮导向与驱动之间的集成;

[0020] 磁浮直线运动平台稳定工作时,磁浮作业系统与直线驱动系统之间是分离的,磁浮工作台与基座及直线驱动系统间无机械接触,避免了直线运动过程中因机械摩擦所带来的爬行、润滑油污染、磨损等问题,具有更高的动态响应性能和运动精度,具有更好的清洁环境。



(a)



(b)

图 1