



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101610022 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 200910088894. 3

(22) 申请日 2009. 07. 21

(73) 专利权人 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 闵伟

胡金春 尹文生 杨开明 徐登峰
段广洪 蔡田

(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.

H02K 33/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101214617 A, 2008. 07. 09, 全文.

US 7105955 B2, 2006. 09. 12, 全文.

US 4839543, 1989. 06. 13, 全文.

US 6570273 B2, 2003. 05. 27, 全文.

CN 1996726 A, 2007. 07. 11, 全文.

US 6265793 B1, 2001. 07. 24, 全文.

审查员 张剑云

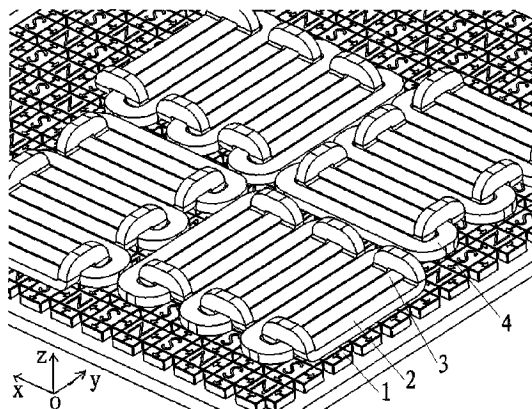
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种采用槽型线圈的平面电机

(57) 摘要

一种采用槽型线圈的平面电机, 主要应用于机械制造设备与机器人领域。该平面电机包括动子和定子, 所述动子由四个一维线圈阵列组成, 相邻线圈阵列的排列方向互成 90° , 每个一维线圈阵列由无铁芯矩形线圈和矩形两短边上翘成槽型的无铁芯槽型线圈交错排列而成, 每个矩形线圈的两条长边之间嵌入一个相邻槽型线圈的长边, 或每个矩形线圈的两条长边之间嵌入左右两个相邻槽型线圈的一条长边, 且两种线圈的长边都布置在同一平面上; 所述定子由永磁阵列组成。与矩形无铁芯线圈组成的线圈阵列相比, 该线圈阵列在永磁阵列的周期磁场中能产生更大的推力, 从而提高平面电机的推力和加速度。



1. 一种采用槽型线圈的平面电机,包括动子(4)和定子(1),该平面电机包括采用线圈阵列作为动子的动圈式结构或线圈阵列作为定子的动铁式结构,其特征在于:所述的线圈阵列由多个一维线圈阵列组成,每个一维线圈阵列由无铁芯的矩形线圈(3)和矩形两短边上翘成槽型的无铁芯的槽型线圈(2)交错排列而成,每个矩形线圈(3)的两条长边之间嵌入一个相邻槽型线圈(2)的一条长边或每个矩形线圈的两条长边之间嵌入左右两个相邻槽型线圈的一条长边,矩形线圈和槽型线圈长边的宽度相同,且为永磁阵列极距的一半左右,两种线圈的长边都布置在同一平面上。

2. 按照权利要求1所述的一种采用槽型线圈的平面电机,其特征在于:对于采用线圈阵列作为动子的动圈式结构,所述线圈阵列由四个一维线圈阵列组成,相邻线圈阵列的排列方向互成 90° ;所述定子(1)采用Halbach型永磁阵列。

3. 按照权利要求1所述的一种采用槽型线圈的平面电机,其特征在于:线圈阵列作为定子的动铁式结构,所述线圈阵列由四个一维线圈阵列组成,相邻线圈阵列的排列方向互成 90° ;所述动子(1)采用Halbach型永磁阵列。

一种采用槽型线圈的平面电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种平面电机,特别是一种采用槽型线圈的平面电机,主要应用于制造设备与机器人领域。

背景技术

[0002] 在许多工业设备中,我们需要驱动工件或工作台做平面运动并在平面上对其进行精确定位,例如显微镜的载物台,光刻机中的硅片台等设备。传统的平面定位装置由两套或多套直线驱动单元垂直叠加而成,每套直线驱动单元由一台旋转电动机、一套直线运动转换机构和一套直线导轨组成,或者由一台直线电机和一套直线导轨组成。位于底层的直线驱动单元不仅承担末端承件台的驱动,而且还承载着顶层直线驱动单元的质量,于是造成了平面定位装置在多个方向上(如传统 XY 工作台的 X 方向和 Y 方向)运动惯量的严重不平衡,从而影响了运动行程、响应速度、运动精度等性能指标的提高。在这种背景下,采用电磁力直接驱动单一动子直接实现多自由度运动的平面电机则应运而生,它避开了传统多自由度工作台叠层驱动的思路,在精密的平面定位装置中具有广阔的应用前景,受到广泛的关注

[0003] 根据平面电机非运动自由度的约束方式和涉及的技术领域,可将平面电机划分为气浮平面电机和磁浮平面电机,它们分别采用气浮和磁浮方式实现对非运动自由度(如偏摆、纵倾和横倾)的约束。相比于气浮方式,磁浮方式具有结构简单、基座表面无需精密加工、可实现非运动自由度的主动约束、易在真空环境中应用等优点。

[0004] 目前的磁浮平面电机一般由通电线圈在永磁阵列气隙磁场中产生的洛伦兹力提供驱动力和悬浮支承。随着对平面电机加速度和负载性能指标的要求不断提高,我们需要不断提高平面电机的推力。线圈的结构和布置方式对平面电机的性能有着决定性的影响。

[0005] 目前文献中的平面电机的线圈一般采用矩形无铁芯线圈。一种典型的结构如图 1 所示,图中是平面电机的动子 15,包括气浮轴承 13 和线圈阵列 14。由四个线圈阵列组成,每个线圈阵列由五个矩形无铁芯线圈线性排列而成,为了提高气隙的电流体密度,每个矩形无铁芯线圈两条长边之间的空隙很小,且没有电流分布。因为每个矩形无铁芯线圈两条长边中的电流的方向必定完全相反,同时永磁阵列在气隙中的磁感应强度的 X, Y, Z 三个方向上的分量在平面上都是类似正弦的周期性分布的,如图 2 所示的 B_z 分量的平面分布图,所以同一线圈两条长边处于磁感应强度方向相同的区域中的时候,这两条长边产生的推力方向完全相反,会相互抵消,降低了电机的效率。如果增大两条长边的距离使其处于磁感应强度方向相反的两个区域中时,每条长边产生的推力的方向相同,但是整个气隙中的平均电流体密度就会变小,也会影响电机的推力。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种采用槽型线圈的平面电机,以解决现有技术存在的缺陷,即提高气隙的利用率,又尽量避免相邻长边推力的相互抵消。

[0007] 本发明的技术方案如下：

[0008] 一种采用槽型线圈的平面电机，包括动子 4 和定子 1，所述平面电机包括采用线圈阵列作为动子的动圈式结构或线圈阵列作为定子的动铁式结构，其特征在于：所述的线圈阵列由多个一维线圈阵列组成，每个一维线圈阵列由无铁芯矩形线圈 3 和矩形两短边上翘成槽型的无铁芯槽型线圈 2 交错排列而成，每个矩形线圈 3 的两条长边之间嵌入一个相邻槽型线圈 2 的长边或每个矩形线圈的两条长边之间嵌入左右两个相邻槽型线圈的长边，且两种线圈的长边都布置在同一平面上。

[0009] 本发明的技术特征还在于：对于采用线圈阵列作为动子的动圈式结构，所述线圈阵列由四个一维线圈阵列组成，相邻线圈阵列的排列方向互成 90° ；所述定子 1 采用 Halbach 型永磁阵列。

[0010] 本发明的技术特征还在于：线圈阵列作为定子的动铁式结构，所述线圈阵列由四个一维线圈阵列组成，相邻线圈阵列的排列方向互成 90° ；所述动子 1 采用 Halbach 型永磁阵列。

[0011] 本发明的技术特征还在于：每个矩形线圈 3 的两条长边之间只嵌入一个相邻槽型线圈 2 的长边，矩形线圈和槽型线圈长边的宽度相同，且为永磁阵列极距的一半左右。

[0012] 本发明所述的一种采用槽型线圈的平面电机具有以下优点及突出性效果：采用了槽型线圈，即通过槽型线圈和矩形线圈的嵌套布置和相应的控制，在实现较高的气隙体电流密度的同时尽量避免了相邻长边推力的相互抵消，大大提高了平面电机的加速度和带负载能力。

附图说明

[0013] 图 1 是现有技术中平面电机的线圈的一种典型结构和布置方式。

[0014] 图 2 是本发明所述永磁阵列气隙磁感应强度竖直分量关于 XY 坐标的变化关系示意图。

[0015] 图 3 是本发明所述一种采用槽型线圈的平面电机的三维视图。

[0016] 图 4 是本发明所述一种采用槽型线圈的平面电机的动子的槽型线圈的三维视图。

[0017] 图 5 是本发明所述一种采用槽型线圈的平面电机的组成动子的一个线圈阵列的三维示意图。

[0018] 图中：1- 定子；2- 槽型线圈；3- 矩形线圈；4- 动子；13- 气浮轴承；14- 线圈阵列；15- 平面电机的动子。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明的具体结构、机理和工作过程作进一步的说明。

[0020] 图 3 是本发明所述一种采用槽型线圈的平面电机的三维视图，包括动子 4 和定子 1，该平面电机包括采用线圈阵列作为动子的动圈式结构或线圈阵列作为定子的动铁式结构，所述的线圈阵列由多个一维线圈阵列组成，每个一维线圈阵列由无铁芯的矩形线圈 3 和矩形两短边上翘成槽型的无铁芯的槽型线圈 2 交错排列而成，每个矩形线圈 3 的两条长边之间嵌入一个相邻槽型线圈 2 的一条长边（如图 5 所示），也可以将每个矩形线圈的两条长边之间嵌入左右两个相邻槽型线圈的一条长边，且两种线圈的长边都布置在同一平面

上;图 4 为槽型线圈的三维视图。

[0021] 对于采用线圈阵列作为动子的动圈式结构,所述线圈阵列由四个一维线圈阵列组成,相邻线圈阵列的排列方向互成 90° ;所述定子 1 采用 Halbach 型永磁阵列。线圈阵列作为定子的动铁式结构,所述线圈阵列由四个一维线圈阵列组成,相邻线圈阵列的排列方向互成 90° ;所述动子 1 采用 Halbach 型永磁阵列。矩形线圈和槽型线圈长边的宽度相同,且为永磁阵列极距的一半左右,即 $\tau/4$ 左右, τ 为永磁阵列磁感应强度的周期。

[0022] 本发明的优选技术方案是:对于每个矩形线圈 3 的两条长边之间只嵌入一个相邻槽型线圈 2 的长边,矩形线圈和槽型线圈长边的宽度相同,且为永磁阵列极距的一半左右。

[0023] 永磁阵列在动子和定子之间的气隙中或接触面上产生气隙磁场。图 2 是通过有限元仿真分析得到的永磁阵列的气隙磁感应强度垂直分量 B_z 关于 XY 坐标的变化关系示意图。 τ 为周期,即图 2 中平面永磁阵列的气隙磁感应强度两相邻峰值之间的距离。通过槽型线圈长边和矩形线圈长边的嵌套布置和相应的控制,在实现较高的气隙体电流密度的同时尽量避免相邻长边推力的相互抵消,大大提高了平面电机的加速度和带负载能力。

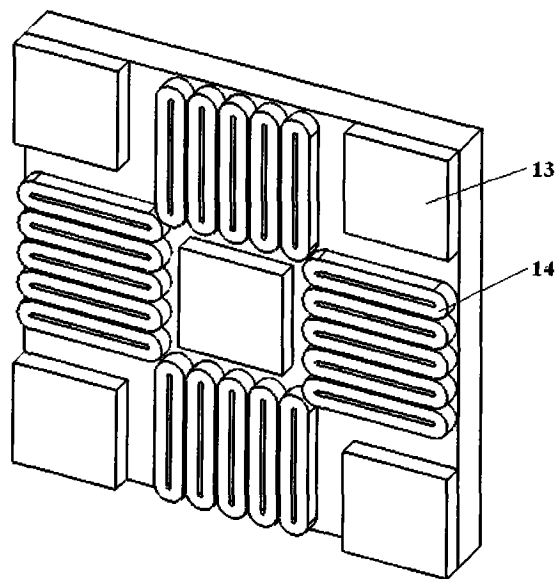


图 1

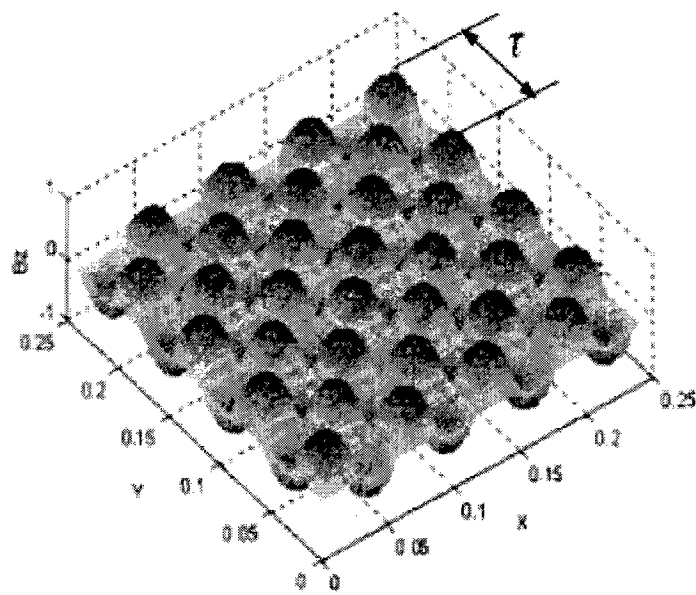


图 2

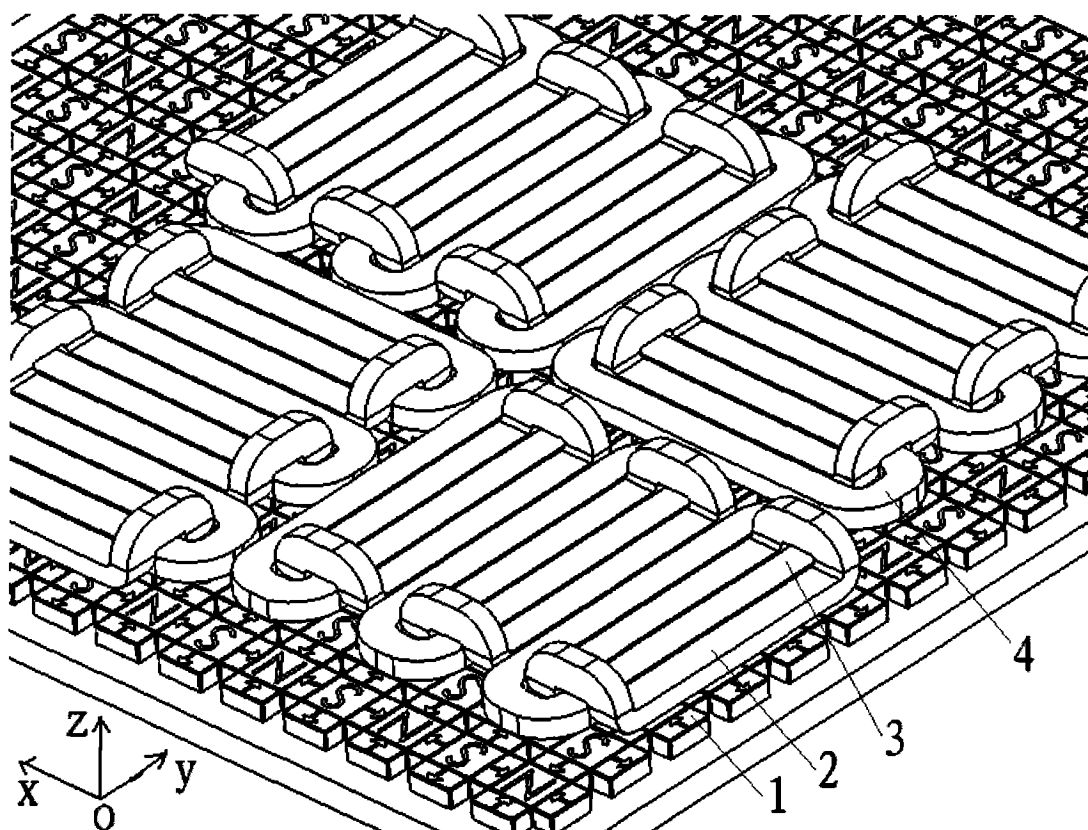


图 3

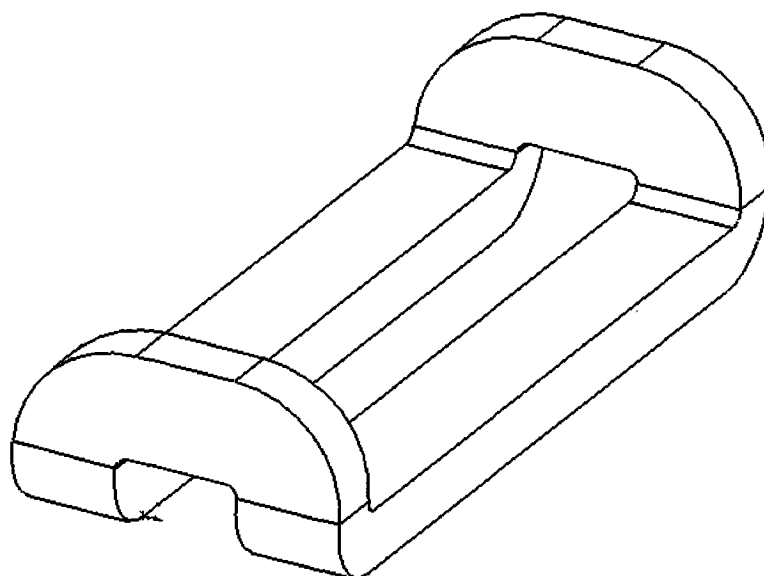


图 4

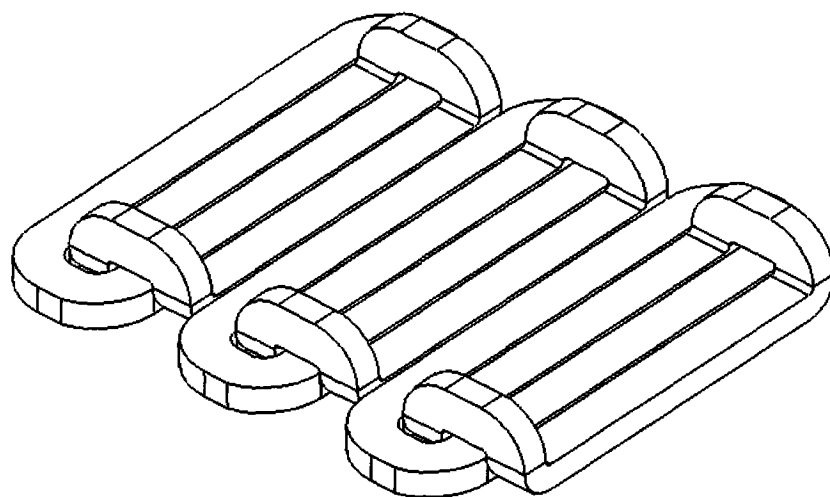


图 5