(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209088784 U
(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201821960432.7

(22)申请日 2018.11.27

(73)专利权人 西安工业大学
地址 710032 陕西省西安市未央区学府中路2号

(72)发明人 张君安 李子昂 李博 许信 刘波

(74)专利代理机构 西安新思维专利商标事务所有限公司 61114
代理人 黄秦芳

(51)Int.Cl.
H02K 41/02(2006.01)

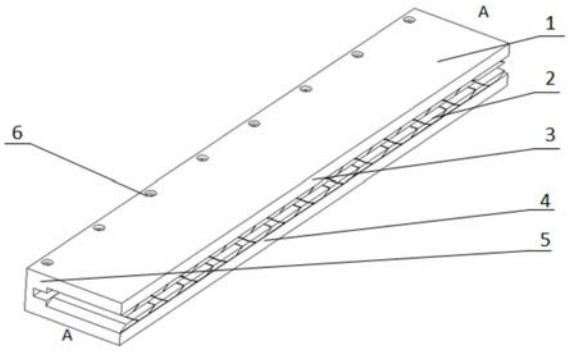
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)实用新型名称

一种无铁芯直线电机

(57)摘要

本实用新型涉及一种无铁芯直线电机，包括定子，定子包括上部背铁和下部背铁，上部背铁和下部背铁内侧面上分别设置有钕铁硼永磁体，钕铁硼永磁体由多个沿导轨长度方向排列的磁体单元顺序相接构成，磁体单元为等腰梯形，相邻的磁体单元上底紧挨着相邻磁体单元的下底，磁体单元的充磁角度依次改变90度；两个钕铁硼永磁体上的磁体单元均相对对称设置，沿中心线对称分布的磁体单元水平充磁方向相反，沿中心线对称分布的磁体单元垂直充磁方向相同。本实用新型改变了传统矩形钕铁硼永磁体的形状与充磁方向，将矩形永磁体变化成了等腰梯形结构，效提高了无铁芯直线电机气隙磁场的幅值与正弦型，并且简化了复杂角度充磁下工艺的复杂性。



CN 209088784 U

1.一种无铁芯直线电机，包括定子(1)，其特征在于：所述定子(1)包括上部背铁(3)和下部背铁(4)，上部背铁(3)和下部背铁(4)内侧面上分别设置有钕铁硼永磁体，所述钕铁硼永磁体由多个沿导轨长度方向排列的磁体单元(2)顺序相接构成，磁体单元(2)为等腰梯形，相邻的磁体单元(2)上底紧挨着相邻磁体单元(2)的下底，磁体单元(2)的充磁角度依次改变90度；两个钕铁硼永磁体上的磁体单元(2)均相对对称设置，沿中心线对称分布的磁体单元(2)水平充磁方向相反，沿中心线对称分布的磁体单元(2)垂直充磁方向相同。

2.根据权利要求1所述无铁芯直线电机，其特征在于：所述等腰梯形下角角度变化在45度-53度范围内。

一种无铁芯直线电机

技术领域

[0001] 本实用新型属于机电工程技术领域，涉及一种无铁芯直线电机。

背景技术

[0002] 直线电机分为有铁芯与无铁芯电机，有铁芯直线电机因齿槽效应使得其有趋向于磁阻位置倾向而产生的定位力，定位力对采用直线电机驱动的运动平台的快速定位与精度产生不良影响。在高速、高精度运动平台中希望定位力越小越好，故常采用无铁芯直线电机作为其驱动。

[0003] 无铁芯直线电机的通常结构为：包括直线电机定子，所述直线电机定子由包括通过U型槽连接块连接的上部背铁和下部背铁，在上部背铁和下部背铁内侧均设置有钕铁硼永磁体模块，钕铁硼永磁体与背铁粘连到一起。钕铁硼永磁体形状为矩形，处在相同背铁上的相邻矩形永磁体之间存在一定距离的间隙，相邻永磁体充磁角度改变180度。上下两个钕铁硼永磁体模块之间为空气气隙，空气气隙内设置动子线圈。无铁芯直线电机动子线圈不是绕在铁芯的齿槽上，而是直接采用环氧树脂直接将线圈灌封。这样无铁芯直线电机虽没有齿槽力带来的推力波动，但缺少铁心的聚磁作用，因此产生的推力较小。现有技术通常采用线圈绕组并联的方式增加无铁芯电机的推力，但这样使得动子长度与重量增加，在固定的直线运动平台长度下，过长的直线电机动子会减小其有效的定位行程。为了克服该问题，现有技术采用磁路优化的方式，通过改变永磁体的充磁方向进行磁场优化。在电机的一个极距内，以正弦性波的方向对永磁体进行充磁。但在实际生产操作中，充磁技术难以准确的进行角度充磁，角度变化越小的相邻永磁体彼此间存在的排斥作用力越大，造成安装困难，实际操作很难实现。因此通过优化直线电机空载气隙磁密波形提高无铁芯直线电机的推力并减小其推力波动，但又要尽量减小组配工艺的复杂度，成了目前需要解决的问题。

发明内容

[0004] 本实用新型的目的是提供一种磁极结构阵列下的无铁芯直线电机，以克服现有技术存在的推力较小，有效的定位行程短且组配加工难度大的问题。

[0005] 为了达到本实用新型的目的，本实用新型采用的技术方案是：

[0006] 一种无铁芯直线电机，包括定子，所述定子包括上部背铁和下部背铁，上部背铁和下部背铁内侧面上分别设置有钕铁硼永磁体，所述钕铁硼永磁体由多个沿导轨长度方向排列的磁体单元顺序相接构成，磁体单元为等腰梯形，相邻的磁体单元上底紧挨着相邻磁体单元的下底，磁体单元的充磁角度依次改变90度；两个钕铁硼永磁体上的磁体单元均相对对称设置，沿中心线对称分布的磁体单元水平充磁方向相反，沿中心线对称分布的磁体单元垂直充磁方向相同。

[0007] 进一步的，上述等腰梯形下角角度变化在45度-53度范围内。

[0008] 与现有技术相比，本实用新型的优点是：

[0009] 1、本实用新型改变了传统矩形钕铁硼永磁体的形状与充磁方向，将矩形永磁体变

化成了等腰梯形结构，且相邻永磁体之间也不再留有固定距离的间隙，而是紧密排列。这样使得永磁体安装时不必考虑固定位置的偏差，仅需将相邻永磁体紧密排列即可，也使得电机的定子结构更为紧凑。此新型磁极结构阵列以90度变化的充磁方向代替传统180度变化的充磁方向，充磁方向与原来相比只多了一个方向，工艺上很易于实现。

[0010] 2、本实用新型有效提高了无铁芯直线电机气隙磁场的幅值与正弦型，并且简化了复杂角度充磁下工艺的复杂性。

附图说明

[0011] 图1是本实用新型结构示意图；

[0012] 图2-图4是矩形结构到本实用新型结构的演变示意图；

[0013] 图5是永磁体阵列模块示意图；

[0014] 图6是磁场强度图。

[0015] 图中1-定子，2-磁体单元，3-上部背铁，4-下部背铁，5-U型槽连接块，6-沉头螺钉。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型进行详细说明。

[0017] 参见图1，本实用新型提供一种无铁芯直线电机，包括定子1、上部背铁3和下部背铁4，上部背铁3和下部背铁4利用沉头螺钉6与U型槽连接块5相连形成对称式双边U型结构。

[0018] 所说上部背铁3和下部背铁4内侧面上分别粘接设置有钕铁硼永磁体。所述钕铁硼永磁体由多个沿导轨长度方向排列的磁体单元2顺序相接构成，磁体单元2为等腰梯形，本实施例中等腰梯形下角角度变化在45-53度，相邻的磁体单元2上底紧挨着相邻磁体单元2的下底。所说磁体单元2的充磁角度依次改变90度，这样相邻的两组梯形磁体单元的磁场方向垂直，同一梯形磁体阵列中相间的两组梯形磁体单元的磁场方向相反。

[0019] 两个钕铁硼永磁体上的磁体单元2均相对对称设置，沿中心线对称分布的磁体单元2水平充磁方向相反，沿中心线对称分布的磁体单元2垂直充磁方向相同。

[0020] 本实用新型中，构成钕铁硼永磁体的磁体单元2采用的形状为等腰梯形结构，等腰梯形下角角度变化在45度-53度范围内。在定子1的上部背铁3或者下部背铁4上，等腰梯形形状的钕铁硼永磁体采用一种交错式布列方式与背铁连接，等腰梯形上底挨着相邻等腰梯形下底，且相邻永磁体紧靠在一起，不再留有空隙。连接有钕铁硼永磁体的上部背铁3与连接有钕铁硼永磁体的下部背铁4结构上沿气隙中心线镜像对称。磁体单元2充磁方向按90度角度依次变化，一个极距内充磁方向改变4次。水平方向充磁的磁体单元2沿气隙中心线对称的另一侧磁体单元2充磁方向也为水平方向，垂直方向充磁的钕铁硼永磁体沿气隙中心线对称的另一侧钕铁硼永磁体充磁方向也为垂直方向。沿气隙中心线对称分布的钕铁硼永磁体水平充磁方向相反。沿气隙中心线对称分布的钕铁硼永磁体垂直充磁方向相同。

[0021] 参见图2-图4，本实用新型中，磁体单元2不再采用传统的180度角度变化的充磁方式，而是采用如图2所示的90度方向变化的充磁方式，采用此种形状的磁体，每一块等腰梯形永磁体相当于三块矩形形状45度充磁方向磁体的叠加

[0022] 矩形永磁体45度充磁方向变化的阵列中存在45度充磁方向的永磁体，此方向充磁的磁体可以看做如下x方向与y方向方向的叠加；

[0023] 矩形永磁体阵列可分割成很多小块，重新划分，45度充磁方向的矩形永磁体小块根据其方向，变换成相应x方向充磁方向三角形小块与y方向充磁方向三角形小块的叠加，将充磁方向相同的小块视为同一永磁体，即两块三角形小块与一块矩形小块视为一体，如此可产生本实用新型中所提出的的磁极阵列结构，此梯形阵列结构与传统径向阵列相比气隙磁场幅值与正弦性得到了提高，与矩形形状45度充磁方向的永磁体阵列相比又减小了工艺与组配的难度，一块梯形磁体相当于三块矩形形状45度充磁方向阵列的叠加。

[0024] 参见图6，使用中，将动子设置于两个钕铁硼永磁体之间，通电后绕组在磁场作用下产生法拉第电磁感应现象，动子发生运动。通过计算结果可得，本实用新型提供的阵列方式与传统阵列相比提高了气隙磁密波形幅值与正弦性，可以达到接近于矩形形状45度充磁方向变化阵列的水平。

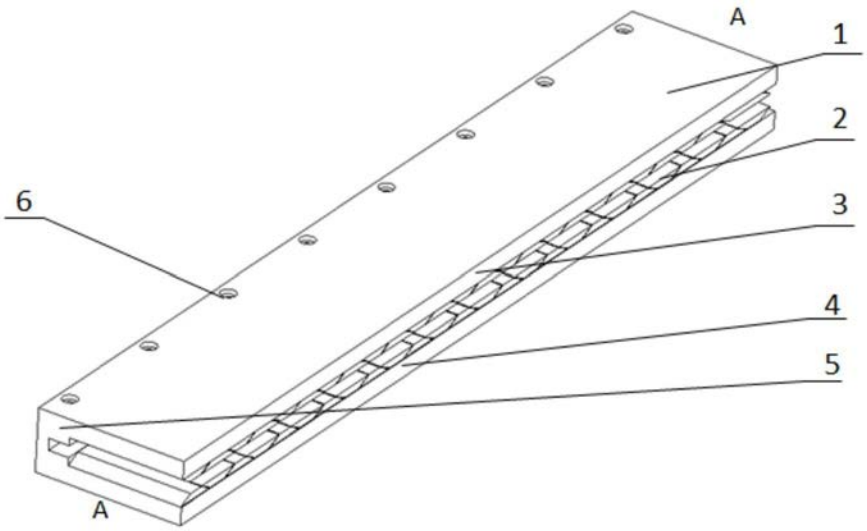


图1

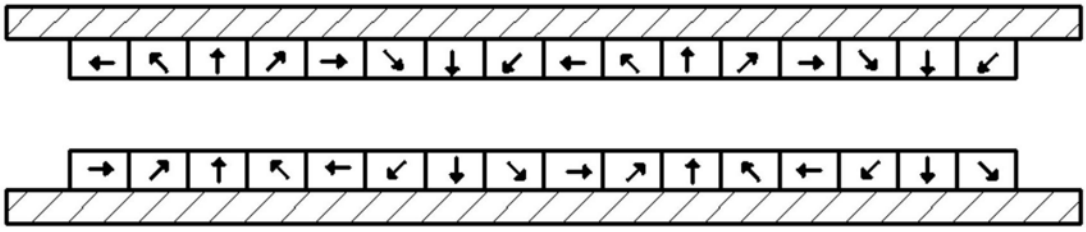


图2

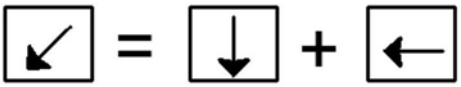


图3

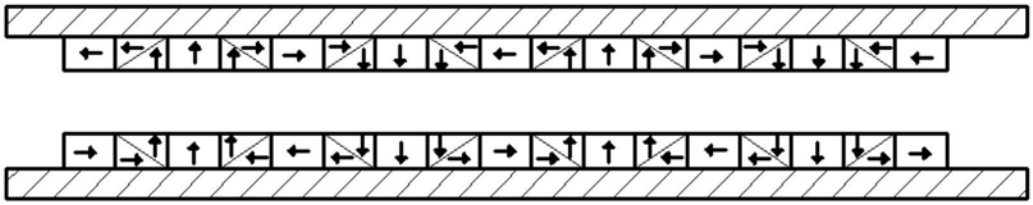


图4

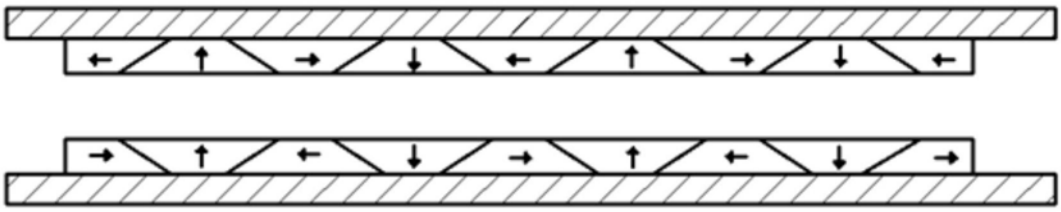


图5

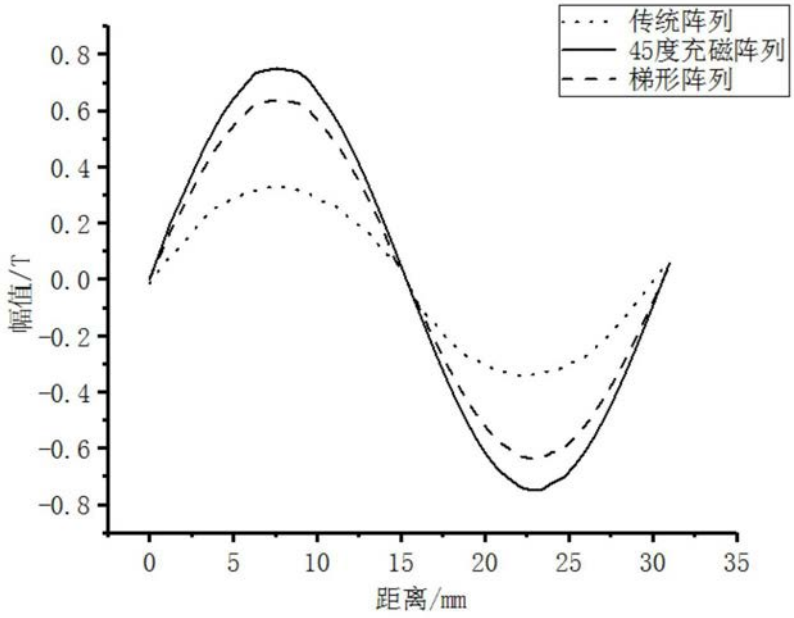

传统阵列
45度充磁阵列
梯形阵列
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
幅值/T
0
5
10
15
20
25
30
35
距离/mm

图6