

(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
2020 年 11 月 12 日 (12.11.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/223996 A1

(51) 国际专利分类号:
H02K 41/03 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/087128

(22) 国际申请日: 2019 年 5 月 16 日 (16.05.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910370504.5 2019 年 5 月 7 日 (07.05.2019) CN

(71) 申请人: 苏州大学(SOOCHOW UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215123 (CN)。

(72) 发明人: 刘吉柱(LIU, Jizhu); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215123 (CN)。 范

立成(FAN, Licheng); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215123 (CN)。 章晓琪(ZHANG, Xiaoqi); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215123 (CN)。

(74) 代理人: 宁波高新区核心力专利代理事务所(普通合伙)(NINGBO HIGH TECH ZONE HEXINLI PATENT AGENCY OFFICE); 中国浙江省宁波市高新区扬帆路 999 弄研发园 B3 幢 409-412 室袁丽花, Zhejiang 315000 (CN)。

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: MAGNETIC TRANSMISSION-BASED LINEAR POSITIONING PLATFORM AND LINEAR POSITIONING SYSTEM

(54) 发明名称: 基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统

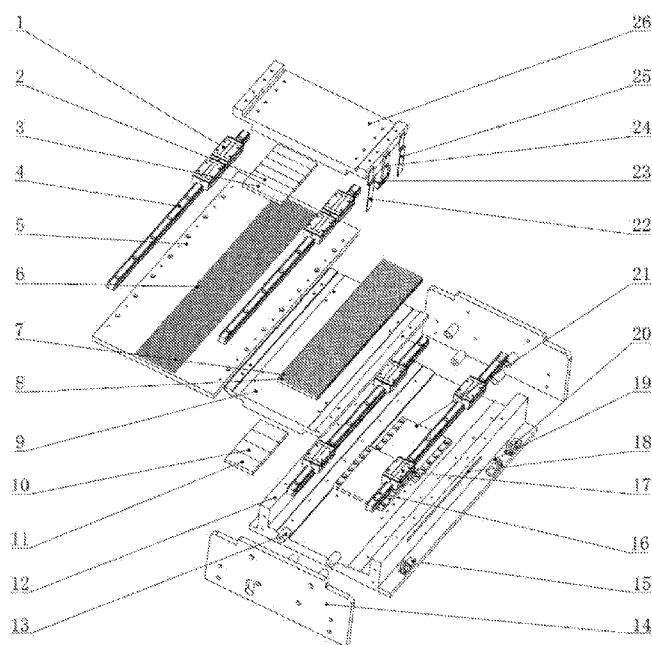


图 1

(57) Abstract: A magnetic transmission-based linear positioning platform and linear positioning system. The linear positioning platform comprises a moving-magnetic type linear motor module and a magnetic transmission linear positioning module; the moving-magnetic type linear motor module comprises a base (12), a stator coil (21), a first magnetic yoke (9) and motor magnetic poles, a gap being provided between the stator coil (21) and the motor magnetic poles; the magnetic transmission linear positioning module comprises a first mover magnetic pole, a magnetic modulating framework (5), magnetic modulating blocks (6), a second magnetic yoke (26)

LR, LS, 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, ST, 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))。

and a second mover magnetic pole, gaps being provided between the first mover magnetic pole and the magnetic modulating blocks (6) and between the magnetic modulating blocks (6) and the second mover magnetic pole. The magnetic transmission-based linear positioning platform and linear positioning system have the characteristics of low costs, compact structure, high utilization rate of permanent magnets, high speed, high precision, high dynamic response, etc.

(57) 摘要: 一种基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统, 直线定位平台包括动磁式直线电机模块及磁传动直线定位模块, 动磁式直线电机模块包括底座 (12)、定子线圈 (21)、第一磁轭 (9)、及电机磁极, 定子线圈 (21) 与电机磁极之间具有间隙; 磁传动直线定位模块包括第一动子磁极、调磁骨架 (5)、调磁块 (6)、第二磁轭 (26)、及第二动子磁极, 第一动子磁极与调磁块 (6) 之间、调磁块 (6) 与第二动子磁极之间均具有间隙。该基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统具有低成本、结构紧凑、永磁体利用率高、高速度、高精度、高动态响应等特点。

基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统

技术领域

本发明涉及自动化设备技术领域，特别是涉及一种基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统。

背景技术

当前 IC、半导体、3C 产业的发展日益昌盛，现代自动化工厂持续升级，现代工业对高速高精高动态定位平台的要求越来越高。

直线定位平台广泛应用于制造和测试领域，现有的直线定位平台主要通过“旋转电机+丝杆”的方式来实现，由于丝杆的蠕变和旋转的驱动方式的限制，同时现有的旋转电机质量/出力的值较大，使得直线定位平台具有响应慢、精度差、速度慢、体积大等缺点，极大的制约了制造业以及其他行业的发展。

因此，针对上述技术问题，有必要提供一种基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统。

发明内容

有鉴于此，本发明的目的在于提供一种基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统，本发明基于磁传动原理开发了一种高速、高精、高动态特性的直线定位平台，有效的解决了现有直线电机定位平台精度差、体积大、速度慢、稳定性差等问题。

为了实现上述目的，本发明一实施例提供的技术方案如下：

一种基于磁传动的直线定位平台，所述直线定位平台包括动磁式直线电机模块及磁传动直线定位模块，其中：

动磁式直线电机模块包括底座、固定安装于底座上的定子线圈、滑动安

装于底座上且位于电子线圈上方的第一磁轭、及安装于第一磁轭下方电机磁极，所述定子线圈与电机磁极之间具有间隙；

磁传动直线定位模块包括安装于第一磁轭上方的第一动子磁极、固定安装于底座上且位于第一磁轭上方的具有若干空隙的调磁骨架、嵌设于调磁骨架上空隙内的若干调磁块、滑动安装于调磁骨架上的第二磁轭、及安装于第二磁轭下方的第二动子磁极，所述第一动子磁极与调磁块之间、调磁块与第二动子磁极之间均具有间隙。

作为本发明的进一步改进，所述电机磁极包括若干交替分布的电机 N 磁极和电机 S 磁极，第一动子磁极包括若干交替分布的第一动子 N 磁极和第一动子 S 磁极，第二动子磁极包括若干交替分布的第二动子 N 磁极和第二动子 S 磁极。

作为本发明的进一步改进，所述电机 N 磁极和电机 S 磁极的宽度相等，第一动子 N 磁极和第一动子 S 磁极的宽度相等，第二动子 N 磁极和第二动子 S 磁极的宽度相等，调磁块的宽度、调磁骨架的空隙宽度、及相邻调磁块之间的间隙宽度相等。

作为本发明的进一步改进，所述第二动子磁极的总宽度小于第一动子磁极的总宽度，第一动子磁极的宽度大于第二动子磁极的宽度，第二动子磁极全部参与传动，第一动子磁极部分参与传动，参与传动的第一动子磁极对数大于第二动子磁极对数。

作为本发明的进一步改进，所述第一动子磁极的推力与第二动子磁极的推力大小之比为参与传动的第一动子磁极对数与第二动子磁极对数之比，第一动子磁极的位移与第二动子磁极的位移大小之比为第二动子磁极对数与参与传动的第一动子磁极对数之比。

作为本发明的进一步改进，所述第一磁轭通过第一滑块和第一直线导轨滑动安装于底座上，第二磁轭通过第二滑块和第二直线导轨滑动安装于调磁

骨架上。

作为本发明的进一步改进，所述底座两侧固定安装有挡板，所述挡板内侧设有若干防撞块。

作为本发明的进一步改进，所述底座侧面设有磁栅尺，第二磁轨上安装有读数头，所述读数头与磁栅尺用于获取第二磁轨的位移信息。

作为本发明的进一步改进，所述底座上设有若干光电开关，第二磁轨上安装有若干挡片，所述挡片与光电开关用于控制第二磁轨的运动。

作为本发明的进一步改进，所述光电开关包括原点光电开关、终点光电开关、限位光电开关中的一种或多种，所述挡片包括设于第二磁轨侧面端部的第一挡片及第二挡片。

作为本发明的进一步改进，所述第二磁轨侧面安装有转接板，所述读数头固定安装于转接板上。

本发明一实施例提供的技术方案如下：

一种基于磁传动的直线定位系统，包括编码器、与编码器相连的驱动器、与驱动器相连的控制器、及与控制器相连的计算机，所述编码器为直线定位平台中的读数头，编码器用于获取的第二磁轨的位移信息，控制器用于将获取到的第二磁轨的位移信息转化为第一磁轨的位移信号后发送脉冲信号至驱动器，所述驱动器用于根据脉冲信号驱动动磁式直线电机模块。

本发明的有益效果是：

本发明基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统具有低成本、结构紧凑、永磁体利用率高、高速度、高精度、高动态响应等特点，极大地促进相关领域的的发展。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本发明一实施例中直线定位平台的爆炸结构示意图；

图2为本发明一实施例中直线定位平台的立体结构示意图；

图3为本发明一实施例中直线定位平台的剖视结构示意图；

图4为本发明一实施例中高速动子(第二动子)的下表面结构示意图；

图5为本发明一实施例中调磁装置(调磁骨架和调磁块)的上表面结构示意图；

图6为本发明一实施例中低速动子(第一动子)的上表面结构示意图；

图7为本发明一实施例中低速动子(第一动子)的下表面结构示意图；

图8为本发明一实施例中直线定位平台的运动原理示意图；

图9为本发明一实施例中运动瞬时参与磁传动部分的结构示意图；

图10为本发明一实施例中直线定位系统的模块结构示意图。

其中，1为第二滑块；2为第二动子S磁极；3为第二动子N磁极；4为第二直线导轨；5为调磁骨架；6为调磁块；7为第一动子S磁极；8为第一动子N磁极；9为第一磁轭；10为电机S磁极；11为电机N磁极；12为底座；13为防撞块；14为挡板；15为终点光电开关；16为第一直线导轨；17为第一滑块；18为磁栅尺；19为原点光电开关；20为限位光电开关；21为定子线圈；22为第一挡片；23为读数头；24为转接板；25为第二挡片；26为第二磁轭；27为计算机；28为控制器；29为驱动器；30为编码器(编码器即为读数头)。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

本文使用的例如“左”、“左侧”、“右”、“右侧”等表示空间相对位置的术语是出于便于说明的目的来描述如附图中所示的一个单元或特征相对于另一个单元或特征的关系。空间相对位置的术语可以旨在包括设备在使用或工作中除了图中所示方位以外的不同方位。例如，如果将图中的设备翻转，则被描述为位于其他单元或特征“左侧”的单元将位于其他单元或特征“右侧”。因此，示例性术语“左侧”可以囊括左侧和右侧这两种方位。设备可以以其他方式被定向（旋转 90 度或其他朝向），并相应地解释本文使用的与空间相关的描述语。

本发明公开了一种基于磁传动的直线定位平台，包括动磁式直线电机模块及磁传动直线定位模块，其中：

动磁式直线电机模块包括底座、固定安装于底座上的定子线圈、滑动安装于底座上且位于定子线圈上方的第一磁轭、及安装于第一磁轭下方电机磁极，定子线圈与电机磁极之间具有间隙；

磁传动直线定位模块包括安装于第一磁轭上方的第一动子磁极、固定安装于底座上且位于第一磁轭上方的具有若干空隙的调磁骨架、嵌设于调磁骨架上空隙内的若干调磁块、滑动安装于调磁骨架上的第二磁轭、及安装于第二磁轭下方的第二动子磁极，第一动子磁极与调磁块之间、调磁块与第二动子磁极之间均具有间隙。

本发明还公开了一种基于磁传动的直线定位系统，包括编码器、与编码器相连的驱动器、与驱动器相连的控制器、及与控制器相连的计算机，编码

器为直线定位平台中的读数头，编码器用于获取的第二磁轆的位移信息，控制器用于将获取到的第二磁轆的位移信息转化为第一磁轆的位移信号后发送脉冲信号至驱动器，所述驱动器用于根据脉冲信号驱动动磁式直线电机模块。

以下结合具体实施例对本发明作详细说明。

参图 1 至图 3 所示，本发明一具体实施例中基于磁传动的直线定位平台，直线定位平台由动磁式直线电机模块及磁传动直线定位模块复合而成，其中：

动磁式直线电机模块包括底座 12、固定安装于底座 12 上的定子线圈 21、滑动安装于底座 12 上且位于定子线圈 21 上方的第一磁轆 9、及安装于第一磁轆 9 下方电机磁极，定子线圈与电机磁极之间具有间隙；

磁传动直线定位模块包括安装于第一磁轆 9 上方的第一动子磁极、固定安装于底座 12 上且位于第一磁轆 9 上方的具有若干空隙的调磁骨架 5、嵌设于调磁骨架 5 上空隙内的若干调磁块 6、滑动安装于调磁骨架 5 上的第二磁轆 26、及安装于第二磁轆 26 下方的第二动子磁极，第一动子磁极与调磁块之间、调磁块与第二动子磁极之间均具有间隙。

其中，电机磁极包括若干交替分布的电机 N 磁极 11 和电机 S 磁极 10，第一动子磁极包括若干交替分布的第一动子 N 磁极 8 和第一动子 S 磁极 7，第二动子磁极包括若干交替分布的第二动子 N 磁极 3 和第二动子 S 磁极 2。

第一磁轆 9 通过第一滑块 17 和第一直线导轨 16 滑动安装于底座 12 上，第二磁轆 26 通过第二滑块 1 和第二直线导轨 4 滑动安装于调磁骨架 5 上。

底座 12 两侧固定安装有挡板 14，挡板 14 内侧设有若干防撞块 13。底座 12 侧面设有磁栅尺 18，第二磁轆 26 上安装有读数头 23，读数头 23 与磁栅尺 18 用于获取第二磁轆的位移信息。第二磁轆 26 侧面安装有转接板 24，读数头 23 固定安装于转接板 24 上。

进一步地，底座 12 上设有若干光电开关，第二磁轆 26 上安装有若干挡片，挡片与光电开关用于控制第二磁轆的运动。光电开关包括原点光电开关

19、终点光电开关 15、限位光电开关 20，挡片包括设于第二磁轭 26 侧面端部的第一挡片 22 及第二挡片 25。

具体地，本实施例中直线定位平台的装配过程如下：

挡板 14 与底座 12 通过螺栓相连，防撞块 13 通过螺栓与挡板 14 相连，防撞块 13 起到保护的作用；

磁栅尺 18 粘贴在底座 12 的侧面，读数头 23 与转接板 24 通过螺栓连接，转接板 24 通过螺栓与第二磁轭 26 相连，读数头 23 与磁栅尺 18 之间有一定间隙，将该间隙调整至适当确保读数头接收到准确的运动信息；

终点光电开关 15、原点光电开关 19、限位光电开关 20 均通过螺栓与底座 12 连接，调整好原点光电开关 19 与终点光电开关 15 的距离，该距离作为高速动子的运动行程；

第一挡片 22 与第二挡片 25 通过螺栓连接在第二磁轭 26 侧面，与终点光电开关 15、原点光电开关 19、限位光电开关 20 配合使用来控制动子的运动；

调磁块 6 插入调磁骨架 5 的空隙中，调磁骨架 5 和调磁块 6 通过粘胶连接在一起，防止被磁钢吸落；

定子线圈 21 灌胶后通过螺栓与底座 12 连接在一起；

第一直线导轨 16 通过螺栓固定在底座 12 上，为保证直线定位平台运动顺畅，导轨需确保平行；

第一磁轭 9 与第一直线导轨 16 上的第一滑块 17 通过螺栓连接，电机 S 磁极 10、电机 N 磁极 11 通过结构胶粘合固定在第一磁轭 9 下侧，确保电机 S 磁极 10、电机 N 磁极 11 交替排列，以此来保证电磁驱动模块的正常工作；

第一动子 S 磁极 7、第一动子 N 磁极 8 通过结构胶粘合固定在第一磁轭 9 上侧，确保第一动子 S 磁极 7、第一动子 N 磁极 8 交替排列，以此保证磁传动结构的正常工作；

上述装配完成后，将嵌有调磁块 6 的调磁骨架 5 通过螺栓连接在底座 12

上,再将第二直线导轨4通过螺栓固定在调磁骨架5上,为保证直线定位平台运动顺畅,导轨需确保平行;

第二磁轭26通过螺栓与第二直线导轨4上的第二滑块1相连,第二动子S磁极2、第二动子N磁极3通过结构胶粘合固定在第二磁轭26下侧,确保第二动子S磁极2、第二动子N磁极3交替排列,以此保证磁传动结构的正常工作。

其中,本实施例中的第一磁轭和第二磁轭分别为低速动子轭和高速动子轭,电机S磁极10、电机N磁极11分别为电机磁钢S极和电机磁钢N极,第一动子S磁极7、第一动子N磁极8分别为低速动子磁钢S极和低速动子磁钢N极,第二动子S磁极2、第二动子N磁极3分别为高速动子磁钢S极和高速动子磁钢N极。

参图4所示,第二动子S磁极2和第二动子N磁极33粘贴在第二磁轭26上,第二动子S磁极2和第二动子N磁极3交替排列,每块磁极的形状大小均相同,第二动子N磁极33的宽度 a_1 等于第二动子S磁极2的宽度 a_2 。

参图5所示,多个调磁块6插入到调磁骨架5的空隙之中,调磁块6的宽度为 b_1 ,调磁骨架5的空隙宽度为 b_2 ,调磁块6插入调磁骨架5后,每个调磁块之间的间隙宽度为 b_3 ,满足 $b_1=b_2=b_3$ 。

参图6所示,第一动子S磁极7和第一动子N磁极8粘贴在第一磁轭9上侧,第一动子S磁极7和第一动子N磁极8交替排列,每块磁极的形状大小均相同,第一动子N磁极8的宽度 c_1 等于第一动子S磁极7的宽度 c_2 。

参图7所示,电机S磁极10和电机N磁极11粘贴在第一磁轭9下侧,电机S磁极10和电机N磁极11交替排列,每块磁极的形状大小均相同,电机N磁极11的宽度 d_1 等于电机S磁极10的宽度 d_2 。

以下结合图4至图9对磁传动高精度直线平台的运动原理进行详细说明,直线定位平台由动磁式直线电机模块及磁传动直线定位模块复合而成。

动磁式直线电机模块中, 电机磁极 (电机 S 磁极 10 和电机 N 磁极 11) 的磁极对数为 N_d , 电机 N 磁极 11 的宽度为 d_1 , 电机 S 磁极 10 的宽度为 d_2 , 电机磁极总宽度为 L_d , 每组电机定子线圈的宽度为 L_e , 各参数间的关系为:

$$L_d = N_d \cdot (d_1 + d_2)$$

$$L_d = L_e$$

因此可实现电机磁极与电机定子线圈的耦合, 使用多组电机定子线圈 21, 确保电机稳定运行, 电机定子线圈 21 与电机磁极之间存在间隙 (图中间隙已放大), 当定子线圈 21 通入三相交变电流时, 便在气隙中产生行波磁场, 电机磁极在行波磁场切割下, 将感应出电动势并产生电流, 该电流与气隙中的磁场相互作用就产生电磁推力, 电磁推力将推动低速动子做直线运动。

磁传动直线定位模块中, 图 8、图 9 点划线框内为磁传动平台运动瞬时参与磁传动的部分, 第一动子磁极、调磁块、第二动子磁极之间均存在较小间隙 (图中已放大), 调磁块调整两个动子磁极产生的磁场, 并在空间间隙中生成空间谐波, 经过调整的磁场经调磁块与另一侧的磁场相互作用, 从而传递推力与速度。

第二动子 N 磁极 3 的宽度为 a_1 , 第二动子 S 磁极 2 的宽度为 a_2 , 第二动子磁极共有 N_a 对磁极, 第二动子磁极总宽度为 L_a , 运动速度为 v_a , 运动时间为 t , 运动位移为 X_2 , 推力大小为 F_2 , 第二动子磁极全程参与传动;

第一动子 N 磁极 8 的宽度为 c_1 , 第一动子 S 磁极 7 的宽度为 c_2 , 第一动子磁极共有 N_{c1} 对磁极, 第一动子磁极总宽度为 L_{c1} , 运动速度为 v_c , 运动时间为 t , 运动位移为 X_1 , 推力大小为 F_1 , 参与传动的第一动子磁极的对数为 N_{c2} , 参与传动的第一动子磁极总宽度为 L_{c2} ;

调磁块 6 的宽度为 b_1 , 调磁块骨架 5 的空隙宽度为 b_2 , 调磁块 6 嵌入调磁块骨架 5 后, 每个调磁块之间的间隙宽度为 b_3 , $b_1=b_2=b_3$, 调磁块整体固定不动, 速度为 $v_b=0$, 参与传动的调磁块个数为 N_b , 参与传动的调磁块总宽

度为 L_b 。

各参数间的关系具体如下：

$$\begin{cases} a1 = a2 \\ L_a = N_a \cdot (a1 + a2); \\ X_2 = v_a \cdot t \end{cases}$$

$$\begin{cases} b1 = b2 = b3 \\ L_b = N_b \cdot (b1 + b3); \end{cases}$$

$$\begin{cases} c1 = c2 \\ L_{c1} = N_{c1} \cdot (c1 + c2), \quad L_{c2} = N_{c2} \cdot (c1 + c2). \\ X_1 = v_c \cdot t \end{cases}$$

为使推力密度最高，应使：

$$N_b = N_{c2} + N_a;$$

此时各部分速度关系为：

$$v_a = \frac{N_b}{N_b - N_{c2}} v_b - \frac{N_{c2}}{N_b - N_{c2}} v_c;$$

因为调磁块固定不动，所以 $v_b=0$ ，所以：

$$v_a = -\frac{N_{c2}}{N_b - N_{c2}} v_c = -\frac{N_{c2}}{N_a} v_c;$$

为得到高速大位移的输出， $N_{c2} > N_a$ ，动子推力之间关系为：

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{N_{c2}}{N_a}。$$

由此可知，该磁传动定位平台能得到高速大位移的输出，但会在一定程度上降低推力，此时两动子运动的方向相反，位移大小之比为：

$$\frac{|X_1|}{|X_2|} = \frac{|v_c \cdot t|}{|v_a \cdot t|} = \frac{N_a}{N_{c2}};$$

且动子由极限位置 1 运动至极限位置 2 时，可以得出：

$$L_{c1} = X_2 + L_a + X_1。$$

参图 10 所示，本发明另一具体实施例中的基于磁传动的直线定位系统，包括计算机 27、控制器 28、驱动器 29、编码器 30，计算机 27 和控制器 28 通过以太网线连接，并且可以交互信息，通过计算机 27 对控制器 28 进行编

程, 控制器 28 将系统反馈的参数传送给计算机 27 显示出来, 从而根据程序对驱动器 29 发出相应的脉冲信号。控制器 28 与驱动器 29 通过电线连接, 编码器 30 与驱动器 29 通过电线连接, 控制器 28 将所计算出来的脉冲数传送到驱动器中, 驱动器也将输出相应的信号驱动电机运动。编码器 30 采集电机的位置信息并将电机所在的位置参数反馈给驱动器, 从而判断电机是否运动到相应的位置。

由于读数头 23 连接在第二磁轨 26 上, 接收到的位移信号属于高速动子, 而驱动器 29 只能驱动电机运动, 因此, 接收的位移信号 X_2 不能直接反馈到驱动器中控制电机的运动, 位移信号 X_2 需乘以 $\frac{N_a}{N_{c2}}$ 转化为位移信号 X_1 , 且位移信号 X_1 方向与位移信号 X_2 方向相反, 再将位移信号 X_1 反馈到驱动器中来控制电机的运动从而控制高速动子的运动。

本发明由动磁式直线电机模块及磁传动直线定位模块复合而成, 直线电机采用动磁式结构, 线圈为定子, 总体积小; 电机与磁传动平台通过机械方式连接。

磁传动平台含有低速动子、调磁块、高速动子三部分, 低速动子的磁极多, 高速动子的磁极少, 通过电磁力的作用可以到达增速的目的, 同时基于磁场调制式磁传动的原理, 使用调磁块可增加定位平台的永磁体利用率、推力密度、精度、稳定性, 且磁传动平台内置过载保护, 因工作时无摩擦而具有高可靠性, 无需润滑。

直线电机动子轨即为低速动子轨, 第一动子磁极与直线电机磁极分别粘贴该动子轨上下两侧, 实现直线电机与磁传动平台的复合, 电机磁极的运动带动第一动子磁极的运动, 且低速小位移的运动就可得到第二动子高速大位移的运动, 大大减小了定子体积, 减少了使用成本。

由以上技术方案可以看出, 本发明具有如下有益效果:

本发明基于磁传动的直线定位平台及直线定位系统具有低成本、结构紧

凑、永磁体利用率高、高速度、高精度、高动态响应等特点，极大地促进相关领域的的发展。

对于本领域技术人员而言，显然本发明不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本发明。因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

此外，应当理解，虽然本说明书按照实施方式加以描述，但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案，说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见，本领域技术人员应当将说明书作为一个整体，各实施例中的技术方案也可以经适当组合，形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

权 利 要 求 书

1、一种基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述直线定位平台包括动磁式直线电机模块及磁传动直线定位模块，其中：

动磁式直线电机模块包括底座、固定安装于底座上的定子线圈、滑动安装于底座上且位于定子线圈上方的第一磁轭、及安装于第一磁轭下方电机磁极，所述定子线圈与电机磁极之间具有间隙；

磁传动直线定位模块包括安装于第一磁轭上方的第一动子磁极、固定安装于底座上且位于第一磁轭上方的具有若干空隙的调磁骨架、嵌设于调磁骨架上空隙内的若干调磁块、滑动安装于调磁骨架上的第二磁轭、及安装于第二磁轭下方的第二动子磁极，所述第一动子磁极与调磁块之间、调磁块与第二动子磁极之间均具有间隙。

2、根据权利要求1所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述电机磁极包括若干交替分布的电机N磁极和电机S磁极，第一动子磁极包括若干交替分布的第一动子N磁极和第一动子S磁极，第二动子磁极包括若干交替分布的第二动子N磁极和第二动子S磁极。

3、根据权利要求2所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述电机N磁极和电机S磁极的宽度相等，第一动子N磁极和第一动子S磁极的宽度相等，第二动子N磁极和第二动子S磁极的宽度相等，调磁块的宽度、调磁骨架的空隙宽度、及相邻调磁块之间的间隙宽度相等。

4、根据权利要求3所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述第二动子磁极的总宽度小于第一动子磁极的总宽度，第一动子磁极的宽度大于第二动子磁极的宽度，第二动子磁极全部参与传动，第一动子磁极部分参与传动，参与传动的第一动子磁极对数大于第二动子磁极对数。

5、根据权利要求4所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述第一动子磁极的推力与第二动子磁极的推力大小之比为参与传动的第一动子磁极对数与第二动子磁极对数之比，第一动子磁极的位移与第二动子磁极

的位移大小之比为第二动子磁极对数与参与传动的第一动子磁极对数之比。

6、根据权利要求1所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述第一磁轭通过第一滑块和第一直线导轨滑动安装于底座上，第二磁轭通过第二滑块和第二直线导轨滑动安装于调磁骨架上。

7、根据权利要求1所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述底座两侧固定安装有挡板，所述挡板内侧设有若干防撞块。

8、根据权利要求1所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述底座侧面设有磁栅尺，第二磁轭上安装有读数头，所述读数头与磁栅尺用于获取第二磁轭的位移信息。

9、根据权利要求8所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述底座上设有若干光电开关，第二磁轭上安装有若干挡片，所述挡片与光电开关用于控制第二磁轭的运动。

10、根据权利要求9所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述光电开关包括原点光电开关、终点光电开关、限位光电开关中的一种或多种，所述挡片包括设于第二磁轭侧面端部的第一挡片及第二挡片。

11、根据权利要求8所述的基于磁传动的直线定位平台，其特征在于，所述第二磁轭侧面安装有转接板，所述读数头固定安装于转接板上。

12、一种基于磁传动的直线定位系统，其特征在于，包括编码器、与编码器相连的驱动器、与驱动器相连的控制器、及与控制器相连的计算机，所述编码器为直线定位平台中的读数头，编码器用于获取的第二磁轭的位移信息，控制器用于将获取到的第二磁轭的位移信息转化为第一磁轭的位移信号后发送脉冲信号至驱动器，所述驱动器用于根据脉冲信号驱动动磁式直线电机模块。

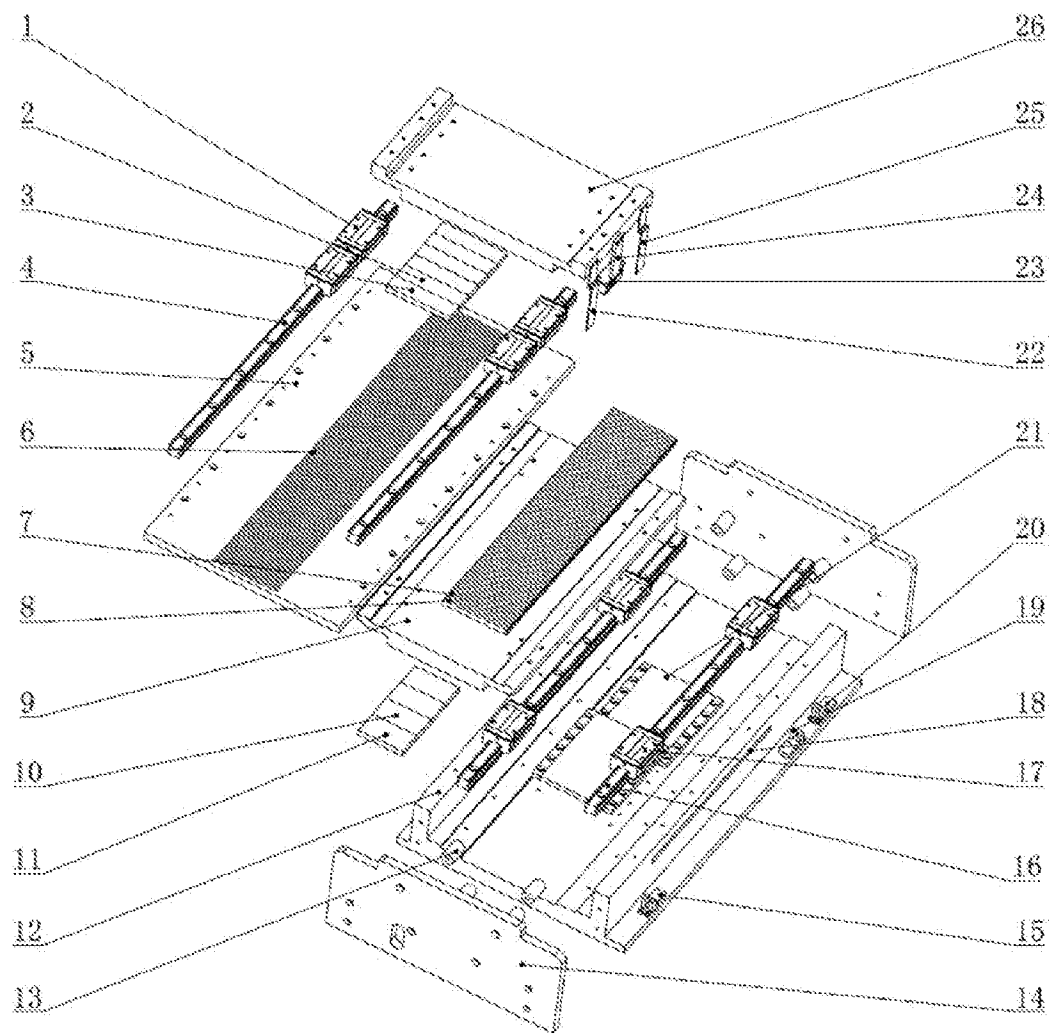


图 1

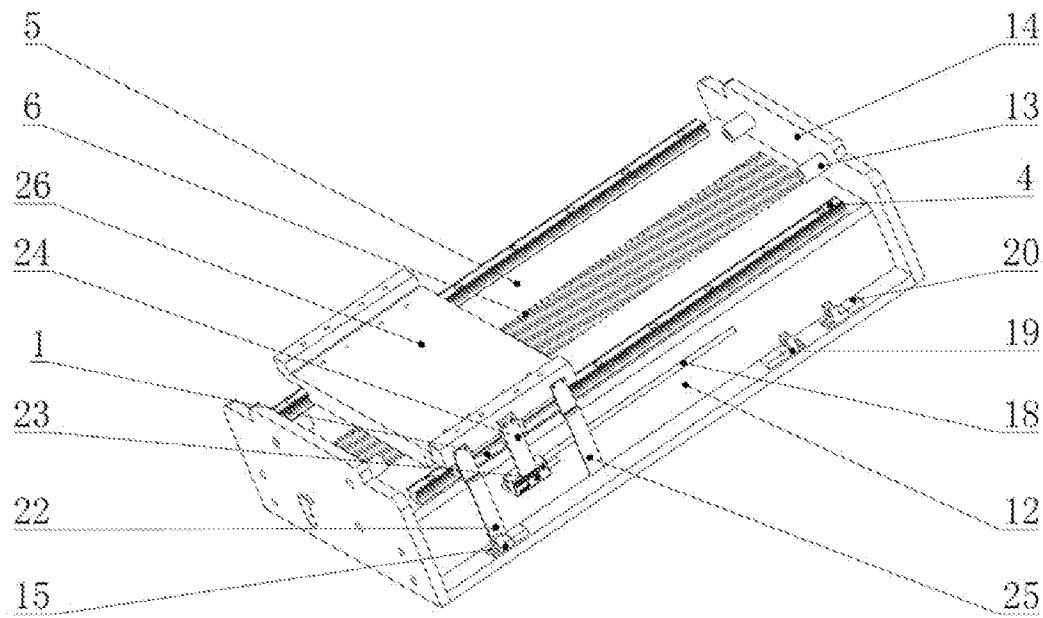


图 2

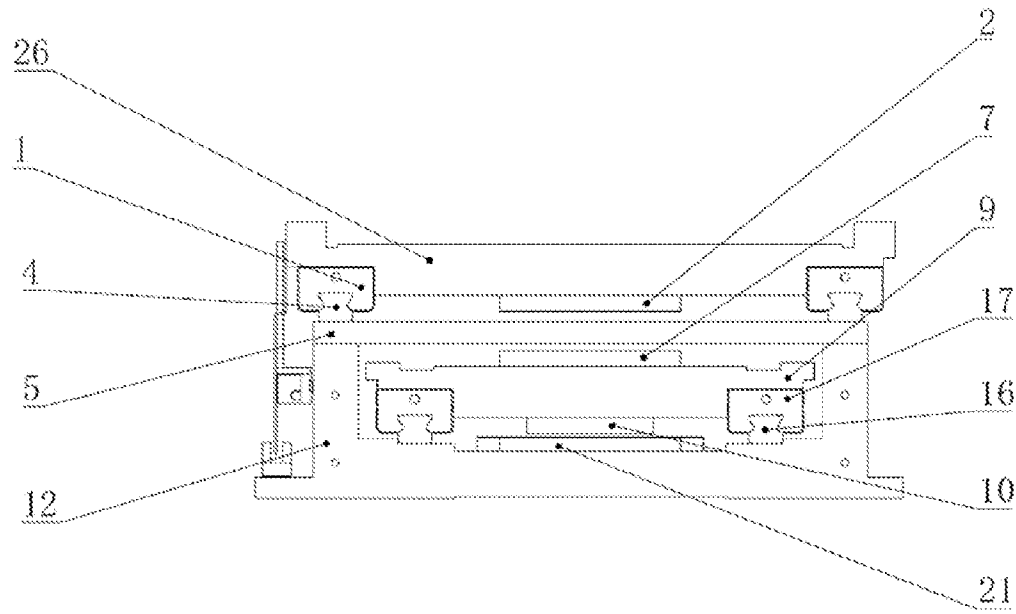


图 3

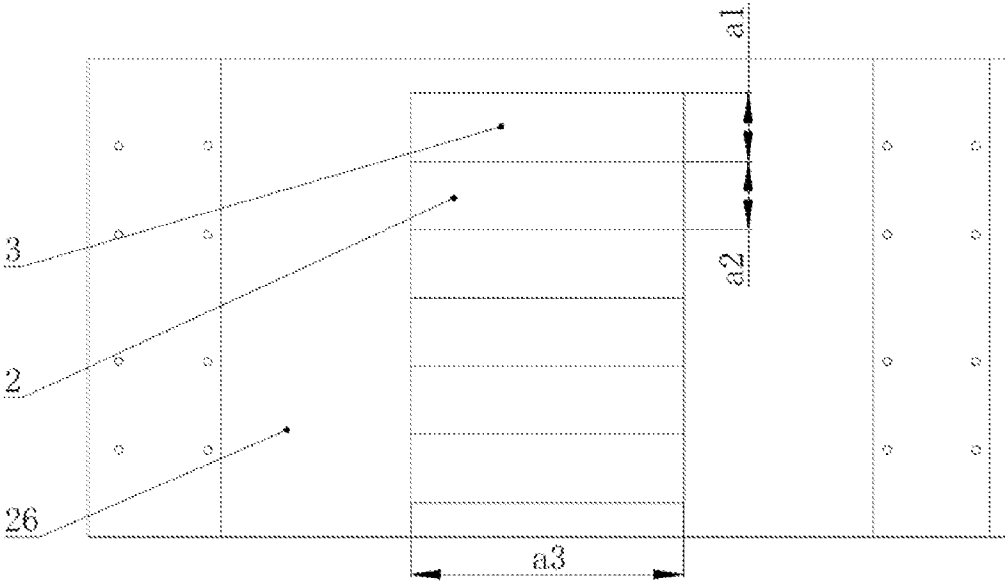


图 4

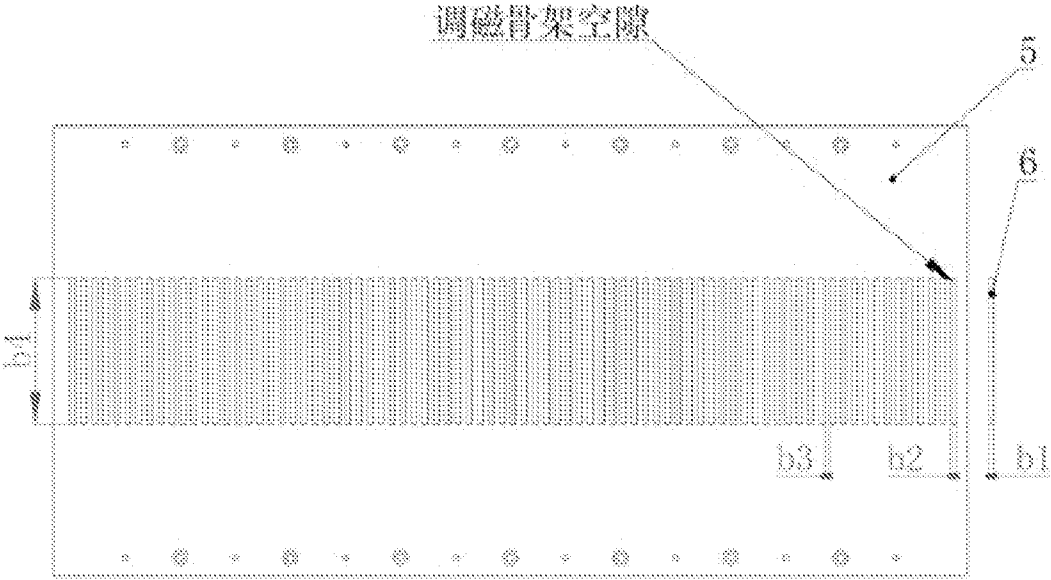


图 5

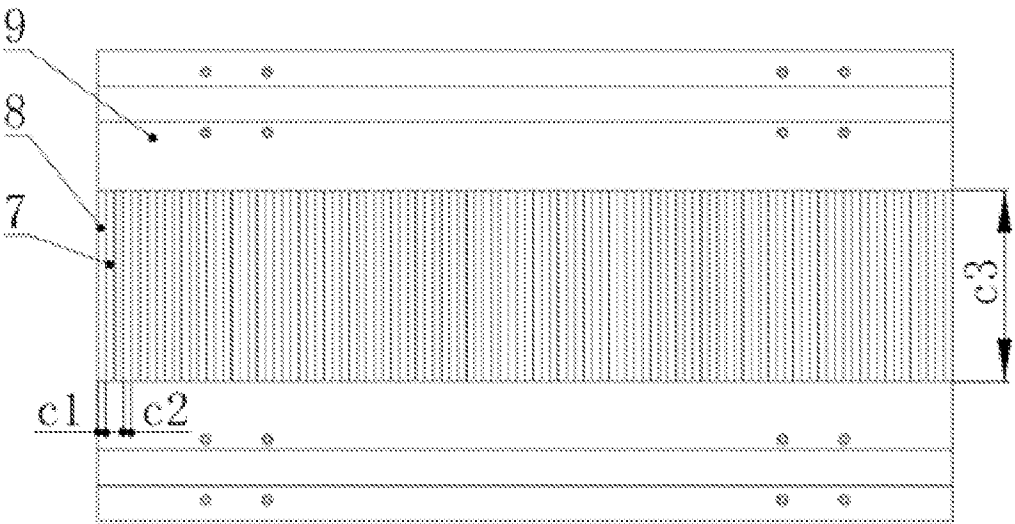


图 6

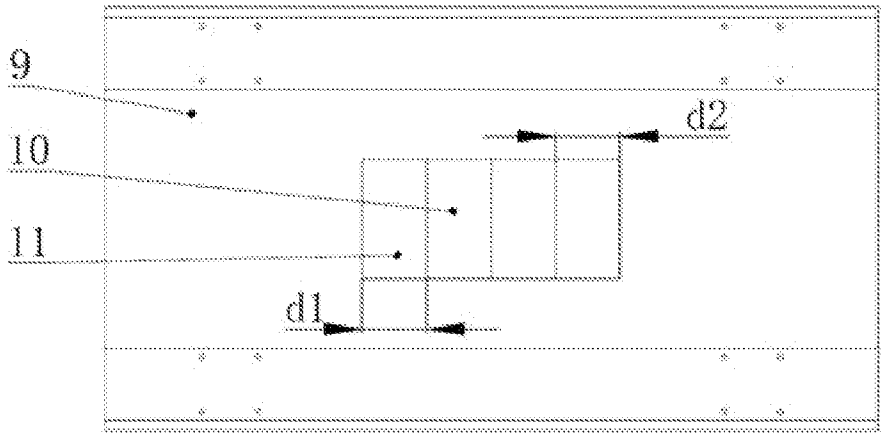


图 7

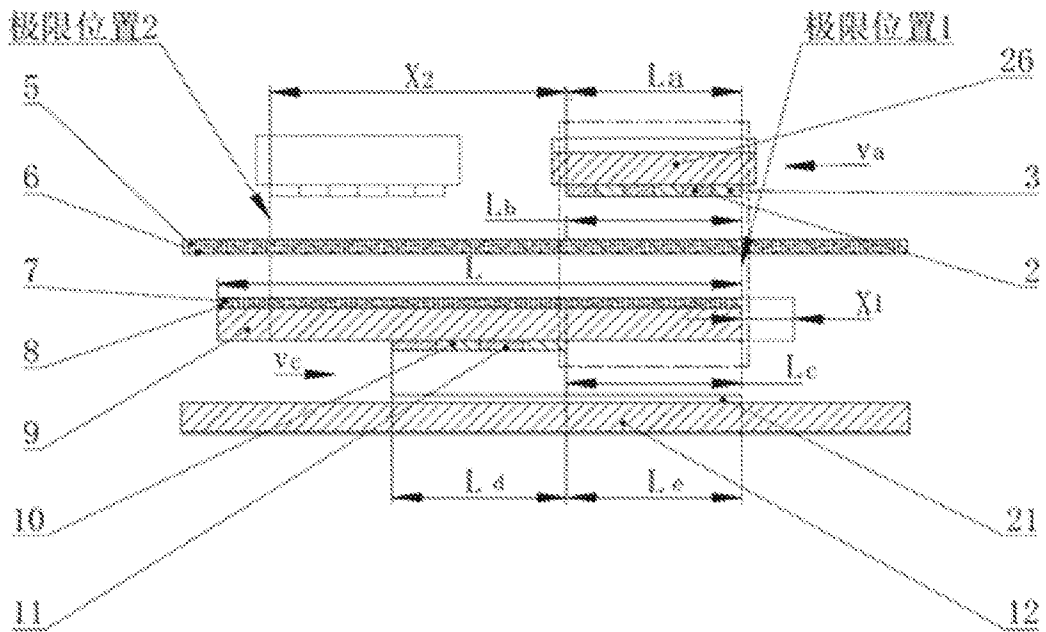


图 8

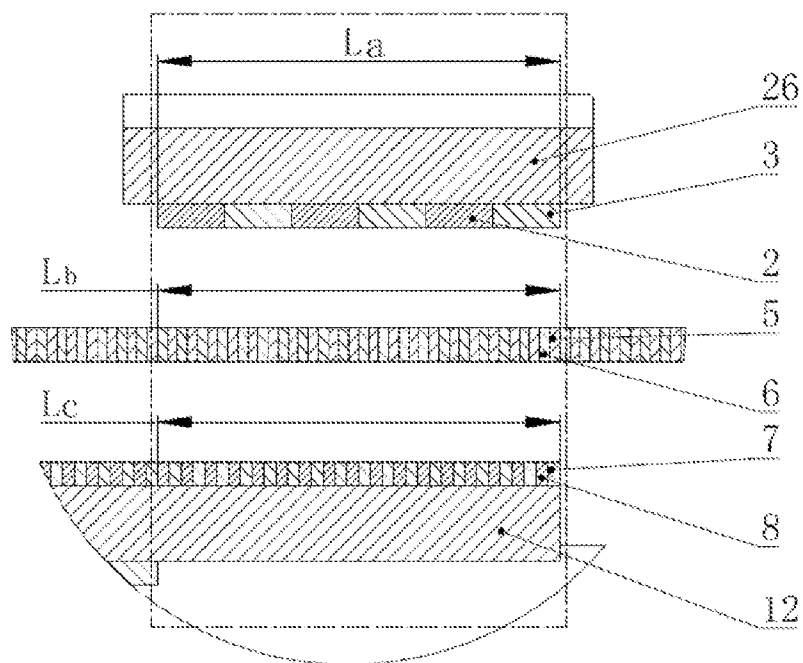


图 9

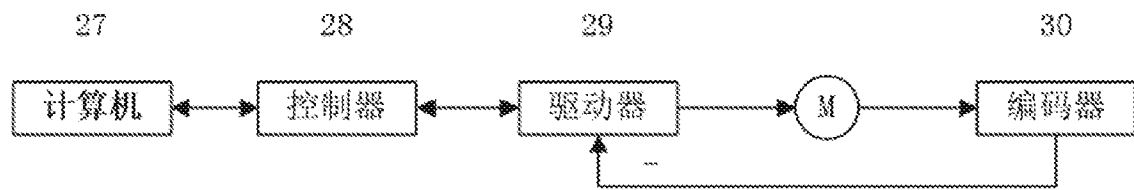


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/087128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 41/03(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)

H02K; B65H; B23Q; G01B

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)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: 苏州大学, 刘吉柱, 范立成, 章晓旗, 磁, 直线, 线性, 定位, 平台, 电机, 定子, 磁轭, 动子, 线圈, 磁极, 调磁, 间隙, 编码器, 驱动, 控制, 位移, 移动, 信号, 导轨, 轨道, 滑轨, magnet+, linear, position+, platform, motor, stator, yoke, rotor, coil, pole, adjust+, gap, coder?, encoder?, driv+, control+, displacement, signal, guid+, rail

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 110336448 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 15 October 2019 (2019-10-15) claims 1-12	1-12
A	CN 201774438 U (WANG, Chi) 23 March 2011 (2011-03-23) description, paragraphs 7-15, figures 1-2	1-12
A	CN 101024270 A (DALIAN JIAOTONG UNIVERSITY) 29 August 2007 (2007-08-29) description, page 3, paragraph 1 to page 7, paragraph 2, figures 1-5	1-12
A	CN 109167503 A (SHENZHEN MOTOTEK SMART TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 January 2019 (2019-01-08) entire document	1-12
A	WO 2018055709 A1 (YAMAHA HATSUDOKI K.K.) 29 March 2018 (2018-03-29) entire document	1-12
A	WO 2018055772 A1 (YAMAHA HATSUDOKI K.K.) 29 March 2018 (2018-03-29) entire document	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “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)
 “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

“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
 “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
 “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
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 January 2020

Date of mailing of the international search report

07 February 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/087128

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110336448	A	15 October 2019	None			
CN	201774438	U	23 March 2011	None			
CN	101024270	A	29 August 2007	None			
CN	109167503	A	08 January 2019	None			
WO	2018055709	A1	29 March 2018	US	2019190366	A1	20 June 2019
				CN	109643948	A	16 April 2019
				DE	112016007247	T5	29 May 2019
				JP	WO2018055709	A1	21 February 2019
WO	2018055772	A1	29 March 2018	US	2019214930	A1	11 July 2019
				JP	WO2018055772	A1	14 February 2019
				CN	109716635	A	03 May 2019
				DE	112016007264	T5	06 June 2019
				US	10511247	B2	17 December 2019
				JP	6577147	B2	18 September 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/087128

A. 主题的分类

H02K 41/03 (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)

H02K; B65H; B23Q; G01B

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))

EP0DOC, WPI, CNPAT, CNKI: 苏州大学, 刘吉柱, 范立成, 章晓旗, 磁, 直线, 线性, 定位, 平台, 电机, 定子, 磁轭, 动子, 线圈, 磁极, 调磁, 间隙, 编码器, 驱动, 控制, 位移, 移动, 信号, 导轨, 轨道, 滑轨, magnet+, linear, position+, platform, motor, stator, yoke, rotor, coil, pole, adjust+, gap, coder?, encoder?, driv+, control+, displacement, signal, guid+, rail

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
E	CN 110336448 A (苏州大学) 2019年 10月 15日 (2019 - 10 - 15) 权利要求1-12	1-12
A	CN 201774438 U (王轵) 2011年 3月 23日 (2011 - 03 - 23) 说明书第7-15段、图1-2	1-12
A	CN 101024270 A (大连交通大学) 2007年 8月 29日 (2007 - 08 - 29) 说明书第3页第1段至第7页第2段、图1-5	1-12
A	CN 109167503 A (深圳市马太智能科技有限公司) 2019年 1月 8日 (2019 - 01 - 08) 全文	1-12
A	WO 2018055709 A1 (YAMAHA HATSUDOKI K.K.) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 全文	1-12
A	WO 2018055772 A1 (YAMAHA HATSUDOKI K.K.) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 全文	1-12

☐ 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

2020年 1月 21日

国际检索报告邮寄日期

2020年 2月 7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

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

高波

电话号码 86-10-53961070

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/087128

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110336448	A	2019年 10月 15日	无			
CN	201774438	U	2011年 3月 23日	无			
CN	101024270	A	2007年 8月 29日	无			
CN	109167503	A	2019年 1月 8日	无			
WO	2018055709	A1	2018年 3月 29日	US	2019190366	A1	2019年 6月 20日
				CN	109643948	A	2019年 4月 16日
				DE	112016007247	T5	2019年 5月 29日
				JP	W02018055709	A1	2019年 2月 21日
WO	2018055772	A1	2018年 3月 29日	US	2019214930	A1	2019年 7月 11日
				JP	W02018055772	A1	2019年 2月 14日
				CN	109716635	A	2019年 5月 3日
				DE	112016007264	T5	2019年 6月 6日
				US	10511247	B2	2019年 12月 17日
				JP	6577147	B2	2019年 9月 18日