



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213547339 U

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 202022983739.2

(22) 申请日 2020.12.10

(73) 专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路  
17923号

(72) 发明人 赵文良 许金阳 王晓东 王秀和

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 李琳

(51) Int. Cl.

H02K 41/02 (2006.01)

H02K 1/34 (2006.01)

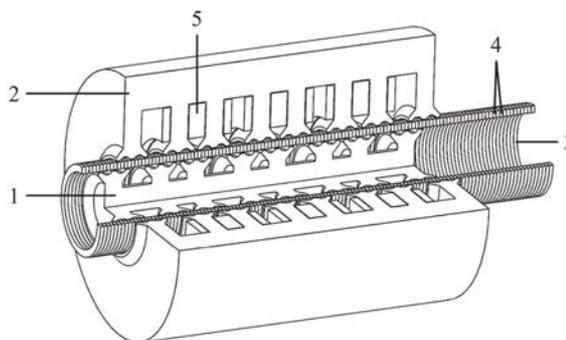
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54) 实用新型名称

一种双定子裂齿式圆筒型直线电机及驱动机构

### (57) 摘要

本实用新型提供了一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,包括内定子、动子和外定子;所述动子为聚磁式永磁体动子结构,所述永磁体沿着动子运动方向水平磁化,且相邻的两个永磁体磁化方向相反;外定子设置相组集中绕线绕组,内定子不设置绕组;内定子与外定子均采用裂齿结构;每个定子距动子有一定的气隙距离,两个气隙距离相等,两个定子沿动子的运动方向具有一个主定子齿宽度的偏移量。本实用新型所述方案拥有高功率密度和高输出推力,且有效地抑制磁阻力和推力波动。



1. 一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,包括一个动子和两个面对面、设置在动子两侧的单边定子,所述单边定子包括内定子和外定子,所述动子为聚磁式永磁体结构,所述永磁体沿着动子运动方向水平磁化,且相邻的两个永磁体磁化方向相反;

所述内定子和外定子的主定子齿部设置有3个分裂齿,外定子中设置有相组集中线圈绕组,内定子中无绕组,两个定子分别距动子有一定的气隙距离,两个气隙距离相等,两个定子沿动子的运动方向具有一个主定子齿宽度的偏移量;

所述动子采用具有磁通聚合效果的动子结构,即沿着动子运动方向铁氧体永磁体水平磁化。

2. 如权利要求1所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,所述主定子齿末端分裂为3个宽度相同的分裂齿;外定子上存在绕组,绕组方式是集中绕线方式,并且每相绕组采用模块化设计;所述定子基于定子相组集中线圈绕组的结构设计,同时采用双定子错位技术,实现磁通交替聚合;同时两个气隙磁场产生的磁阻力相互抑制。

3. 如权利要求1所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,两个定子均由硅钢片叠成,其中外定子上设有电枢绕组,但无永磁体,内定子无电枢绕组,也无永磁体。

4. 如权利要求1所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,所述定子上同一相中,槽宽和主定子齿宽相同,而两个不同相之间的槽宽大于同一相中的槽宽。

5. 如权利要求4所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,所述定子同一相内的槽宽与不同相之间的槽宽的比率为3/5。

6. 如权利要求1所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,所述外定子的三相绕组为三相对称分布模式,相邻两相相位差的电角度为 $4\pi/3$ 。

7. 如权利要求1所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,每个定子两端各有一个主定子齿宽度的延伸。

8. 如权利要求1所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,所述外定子同一相内的相邻绕组线圈极性相反,且每个绕组线圈的感应电动势将遵循相同的方向。

9. 如权利要求1所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,其特征在于,所述动子为若干个结构相同的动子单元串联而成。

10. 一种驱动机构,其特征在于,包括权利要求1-9任一项所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机。

## 一种双定子裂齿式圆筒型直线电机及驱动机构

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及直线电机设计制造领域,尤其涉及一种双定子裂齿式圆筒型直线电机及驱动机构。

### 背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本实用新型相关的背景技术信息,并不必然构成在先技术。

[0003] 柔性输送系统一般采用直线电机,与旋转电机相比,直线电机不需借助转换机构可以直接实现直线运动,具备结构简单、体积小、成本低、能量转化效率高的优势,因而在输送系统的应用中优势明显。

[0004] 发明人发现,传统直线电机存在漏磁较多以及对气隙敏感度高的问题;现有技术中多采用聚磁式铁氧体的永磁直线电机来提高电机的电磁推力,随之会带来较大的磁阻力和电磁推力波动;而电磁推力波动则进一步引起不可接受的振动噪声、位置控制不良,最终导致运行故障;因此,目前柔性输送系统所用的直线电机结构和性能有待优化。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型为了解决上述问题,提供了一种双定子裂齿式圆筒型直线电机及驱动机构,可以有效抑制磁阻力和推力波动,提升功率密度,提高了电机的工作性能。

[0006] 为了实现上述目的,本实用新型采用如下技术方案:

[0007] 一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,包括一个动子和两个面对面、设置在动子两侧的单边定子,所述单边定子包括内定子和外定子,所述动子为聚磁式永磁体结构,所述永磁体沿着动子运动方向水平磁化,且相邻的两个永磁体磁化方向相反;

[0008] 所述外定子和内定子的主定子齿部设置有3个分裂齿,外定子中设置有相组集中线圈绕组,内定子中无绕组,两个定子分别距动子有一定的气隙距离,两个气隙距离相等,两个定子沿动子的运动方向具有一个主定子齿宽度的偏移量;

[0009] 所述动子采用具有磁通聚合效果的动子结构,即沿着动子运动方向铁氧体永磁体水平磁化。

[0010] 一种驱动机构,包括上述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机。

[0011] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果为:

[0012] (1) 本实用新型所述直线电机采用聚磁式永磁体动子结构,具有磁通聚合效果,在保证电机高性能的同时可以采用低成本铁氧体永磁体,从而电机的生产制造成本大大降低;所述直线电机采用相组集中绕线方式,定子上每相绕组模块化设计,大大提高了电机的容错能力,采用集中绕组提高了绕组系数、降低了端部绕线,减小了铜耗,从而提高了电机效率。

[0013] (2) 本实用新型所述直线电机采用裂齿式定子结构,每个主定子齿分裂为3个分裂齿,具有磁通调制作用,抑制了电机的磁阻力和推力波动,改善了电机的输出性能;同时,本

实用新型所述直线电机的两个单边定子采用错位技术,即两个定子沿动子运动方向偏移一个主定子齿(槽)宽度的距离,实现了磁通交替聚合,改善了气隙磁密波形,提高了电机的电磁推力,同时降低了磁阻力,抑制了推力波动。本实用新型电机具有高推力密度、良好的效率的同时,具有低制造成本、低磁阻力和低电磁推力波动的优点。

### 附图说明

[0014] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的限定。

[0015] 图1为本实用新型实施例一中所述的双定子裂齿式圆筒型直线电机的结构侧视图;

[0016] 图2为本实用新型实施例一中所述的双定子裂齿式圆筒型直线电机的局部结构截面示意图;

[0017] 图3为本实用新型实施例一中所述的双定子裂齿式圆筒型直线电机的齿部结构截面示意图;

[0018] 其中,1、内定子;2、外定子;3、动子;4、铁氧体永磁体;5、电枢绕组;6、A相电枢绕组;7、B相电枢绕组;8、C相电枢绕组;9、主定子齿;10、分裂齿;永磁体上箭头的方向表示其磁化方向,绕组上●代表电流垂直纸面流入,×代表电流垂直纸面流出。

### 具体实施方式:

[0019] 下面结合附图与具体实施例对本实用新型做进一步的说明。

[0020] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0021] 实施例一:

[0022] 本实施例的目的是提供一种双定子裂齿式圆筒型直线电机。

[0023] 一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,包括一个动子和两个面对面、设置在动子两侧的单边定子,所述单边定子包括内定子和外定子,所述动子为聚磁式永磁体结构,所述永磁体沿着动子运动方向水平磁化,且相邻的两个永磁体磁化方向相反;

[0024] 所述内定子和外定子的主定子齿部设置有3个分裂齿,外定子中设置有相组集中线圈绕组,内定子中无绕组,两个定子分别距动子有一定的气隙距离,两个气隙距离相等,两个定子沿动子的运动方向具有一个主定子齿宽度的偏移量;

[0025] 所述动子采用具有磁通聚合效果的动子结构,即沿着动子运动方向铁氧体永磁体水平磁化。

[0026] 具体的,如图1所示,为本实用新型实施例一中所述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机的结构侧视图,所述电机是由内定子1、外定子2和动子3组成,两个定子与动子两边之间有气隙。定子长度短于动子长度,定子由凸极铁芯组成。

[0027] 所述电机内定子上没有永磁体与电枢绕组,外定子上没有永磁体但有电枢绕组,电枢绕组为相组集中绕线方式,如图2所示,●与×符号表示的电流方向相反。双定子分布在动子两侧,定子优先选用裂齿结构用于磁通调制。定子为固定端,动子为运动端,可以在

水平方向上自由运动。

[0028] 所述电机外定子取相组线圈数 $n_1$ 为2,每相组数 $n_2$ 为1,即每个定子单元上有6个齿槽,外定子绕组采用相组集中绕线方式缠绕在主定子齿上,每2个主定子齿属于一相,如图2所示,从左到右依次为A相、B相、C相;同一相内的主定子齿宽和槽宽相等均为 $w$ ( $w$ 根据电机的具体尺寸确定),不同相之间的槽宽为 $5w/3$ ,同一相内的槽宽与不同相间的槽宽比例为3:5,目的是在空间上形成三相对称绕组,形成三相平衡反电动势。

[0029] 所述电机内定子的齿槽内不放置绕组,其齿槽分布与所述电机的外定子相同,每一相内的主定子齿数为2,每一相组数为1(即 $n_1=2, n_2=1$ ),同一相内的主定子齿宽和槽宽均为 $w$ ,不同相之间的槽宽为 $5w/3$ ,同一相内的槽宽与不同相间的槽宽比例为3:5;所述电机内定子与外定子沿着动子运动方向偏移一个槽宽的距离,实现抑制磁阻力和电磁推力波动。

[0030] 所述电机定子均采用裂齿结构,每个主定子齿末端分裂为3个宽度相同的分裂齿,如图3所示,以此实现抑制磁阻力和电磁推力波动。考虑到定子端部的磁路,每个定子两端各有一个主定子齿的延伸。

[0031] 所述电机动子采用具有磁通聚合效果的结构,动子上设置铁氧体永磁体,磁化方向沿着动子运动方向水平磁化,且动子中相邻的两个永磁体磁化方向相反,如图3所示,以此实现磁通聚合效果,进而实现铁氧体磁体电机的高性能。

[0032] 动子非永磁体部分有硅钢片叠压而成,本实例中与定子等长动子部分为一动子单元,每个单边定子的分裂齿数为 $N_s$ ,外定子绕组的极对数为 $P$ ,则一动子单元上永磁体的数目为 $P_{PM}=N_s \pm P$ ;永磁体分布情况如图2所示,磁化方向如图3中永磁体上箭头方向所示。

[0033] 本实用新型电机选用的永磁体为低成本铁氧体,但不限于此,选用其他永磁体均可;

[0034] 定子绕组的设计证明可以实现最大的感应电动势矢量,从而提高功率密度和效率。这是因为一相内的相邻绕组线圈被设计成极性相反的事实,考虑到永磁体中水平交替的磁化方向,每个绕组线圈的感应电动势将遵循相同的方向,从而产生最大的感应电动势矢量。

[0035] 综上,本实用新型的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,包括内定子、动子和外定子,具有以下特征,双定子采用裂齿结构及双定子错位技术,实现磁通交替聚合的效果,提升电机的输出推力,同时两个气隙磁场产生的磁阻力相互抑制,以此来有效抑制电磁推力波动;动子采用具有磁通聚合效果的结构,即沿着动子运动方向铁氧体永磁体水平磁化,且动子中相邻的两个永磁体磁化方向相反,以此实现磁通聚合效果;外定子设置集中绕线绕组,目的是提高绕组系数和减少端部绕线,提高电机效率,并且每相绕组采用模块化设计,提高电机容错能力。本实用新型的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,具有磁阻力和推力波动低,功率密度高,工作性能优良等优点。

[0036] 实施例二:

[0037] 本实施例的目的是提供一种驱动机构/动力机构。

[0038] 一种驱动机构,采用上述的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机,所述直线电机包括:一个动子和两个面对面、设置在动子两侧的单边定子,所述单边定子包括内定子和外定子,所述动子为聚磁式永磁体结构,所述永磁体沿着动子运动方向水平磁化,且相邻的两个

永磁体磁化方向相反；

[0039] 所述外定子和内定子的主定子齿部设置有3个分裂齿，外定子中设置有相组集中线圈绕组，内定子中无绕组，两个定子分别距动子有一定的气隙距离，两个气隙距离相等，两个定子沿动子的运动方向具有一个主定子齿宽度的偏移量；

[0040] 所述动子采用具有磁通聚合效果的动子结构，即沿着动子运动方向铁氧体永磁体水平磁化，且动子中相邻的两个永磁体磁化方向相反。

[0041] 上述实施例提供的一种双定子裂齿式圆筒型直线电机和驱动机构可以实现，具有广阔的应用前景。

[0042] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

[0043] 上述虽然结合附图对本实用新型的具体实施方式进行了描述，但并非对本实用新型保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本实用新型的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本实用新型的保护范围以内。

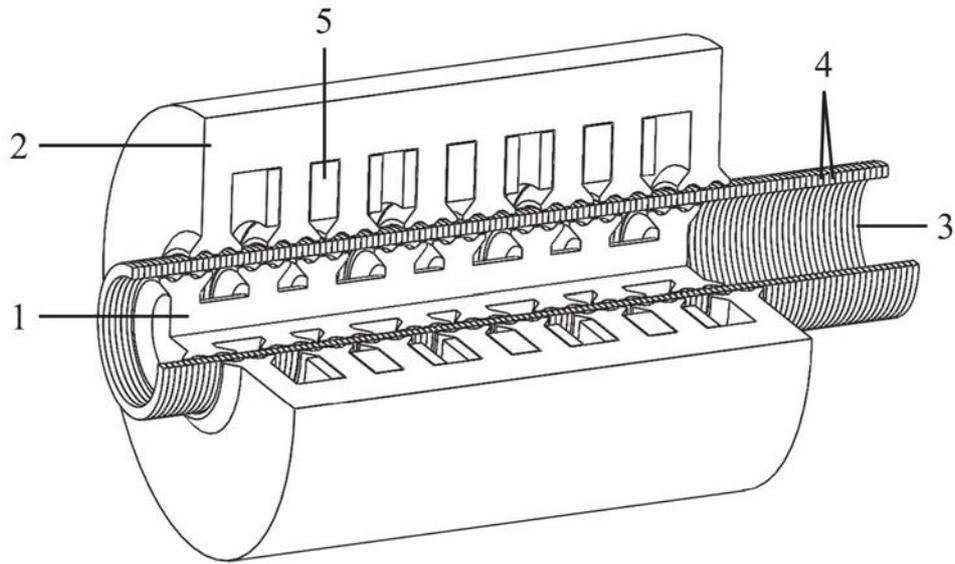


图1

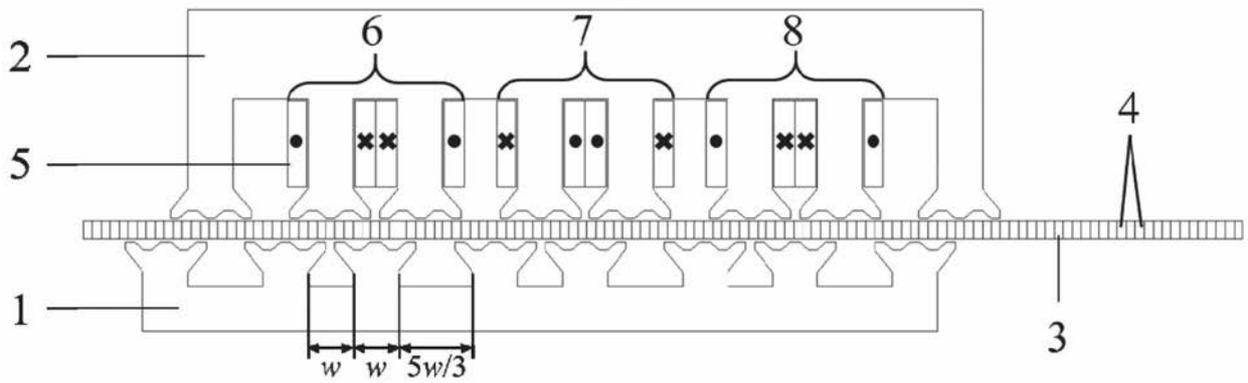


图2

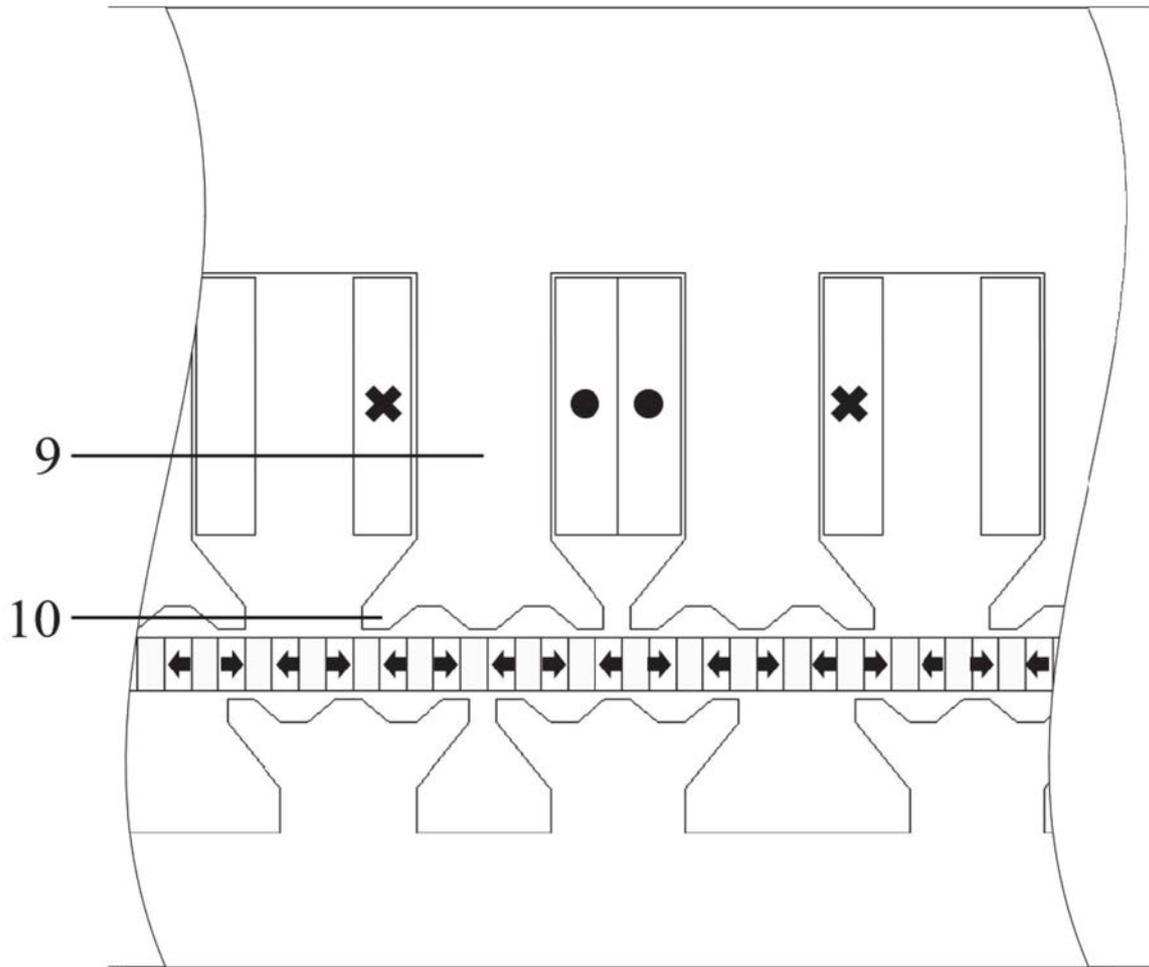


图3