



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108512393 B

(45)授权公告日 2019.09.03

(21)申请号 201810475292.2

F03B 13/16(2006.01)

(22)申请日 2018.05.17

审查员 石佳

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108512393 A

(43)申请公布日 2018.09.07

(73)专利权人 浙江大学

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 卢琴芬 赵磊

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 王琛

(51)Int.Cl.

H02K 41/03(2006.01)

H02K 35/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种新型四边型直线电机

(57)摘要

本发明公开了一种新型四边型直线电机,其包含有一个圆筒型的支架以及安装在支架上的四个不对称双边型永磁直线电机,在空间上四个不对称双边型永磁直线电机沿支架周向分布且相互间隔 90° 。本发明将四个电机在空间上拼合成圆筒结构,并通过将各电机长次级调磁铁块错开一定角度的方法降低了推力波动;本发明把电枢与磁极分别作为短初级的一侧,既实现了磁通切换式结构的优点,也有效避免了磁极散热困难,磁路与电路相互竞争的缺点;本发明不仅大大减小了永磁体的用量,提高了磁场调节能力,还降低了系统成本。

1. 一种新型四边型直线电机,其特征在于:包含有一个圆筒型的支架以及安装在支架上的四个不对称双边型永磁直线电机,在空间上四个不对称双边型永磁直线电机沿支架周向分布且相互间隔 90° ,所述不对称双边型永磁直线电机包括有不对称的短初级和长次级;

四个不对称双边型永磁直线电机的短初级相互连接在一起并固定于安装平台上,构成四边型直线电机的短定子;四个不对称双边型永磁直线电机的长次级通过螺栓固定于所述支架上且相互之间呈 90° 间隔错位,构成四边型直线电机的长动子;

所述短初级包括电枢和磁极,电枢和磁极分列于对应长次级的两侧,且与长次级之间保有一定的气隙;

所述电枢包括铁芯和绕组,所述铁芯采用齿状结构且其齿部朝向长次级,所述绕组绕置于铁芯的每个电枢齿上且采用端部非重叠的全齿绕组结构或半齿绕组结构;

所述磁极采用凸极式结构或隐极式结构;若磁极采用凸极式结构,则其由若干磁极铁芯和若干永磁体呈交替排列组成,且永磁体的充磁方向与长动子的运动方向一致;若磁极采用隐极式结构,则其由一长条型的磁极铁芯以及贴附于磁极铁芯上且朝向长次级的若干紧密排列的永磁体组成,永磁体的充磁方向与长动子的运动方向垂直;

所述四个不对称双边型永磁直线电机的长次级在空间位置上不对称,互相存在一定的位置差异;

所述长次级由多个调磁铁块呈直线排列组成,且采用分离结构即相邻两个调磁铁块间通过注入非导磁材料固定,调磁铁块的个数与电枢齿的个数相差 $1\sim 2$ 个;

所述磁极的永磁体个数等于电枢齿个数,若磁极采用凸极式结构,其每个永磁体的中心线与对应电枢齿的中心线对齐;若磁极采用隐极式结构,其每个永磁体的中心线与对应电枢槽的中心线对齐。

2. 根据权利要求1所述的新型四边型直线电机,其特征在于:所述支架采用铝合金材质。

一种新型四边型直线电机

技术领域

[0001] 本发明属于直线电机技术领域,具体涉及一种新型四边型直线电机。

背景技术

[0002] 永磁直线电机兼具永磁电机和直线电机的优势,在发电机工作模式下,将直线运动机械能直接转换成电能,不需要中间连动部分,具有结构简单、重量轻、体积小、高速高精度、高效率、大推力等显著优点,在高速数控机床、半导体加工、垂直升降输送系统等领域得到广泛应用。其中开关磁链永磁直线电机和磁通反向永磁直线电机具有次级结构简单、机械强度高,且其双极性结构提高了推力密度,特别适用于低成本、高可靠性、高推力密度等应用场合,如直驱式海浪发电系统等。

[0003] 开关磁链永磁直线电机应用于海浪发电系统中时,为了系统安装方便,常采用圆筒型结构,此时铁芯加工非常困难,而且传统结构将永磁体和绕组均放置在电枢上,在节约永磁体用量的同时也带来以下相应的问题:永磁体被线圈包围,散热条件差;同时永磁体和槽面积相互制约,推力密度受到限制。

[0004] 图7所示为一圆筒型结构的用于海浪发电的同步磁阻式直线电机,为了增大感应电动势,该系统采用四个圆筒型同步磁阻直线发电机并联的形式。该结构电机仅在次级磁阻槽中间插入少量永磁体,较好地结合了磁阻同步直线发电机与永磁直线发电机的优势,减小了单个电机的容量且永磁体用量较小,成本低;但其永磁体和电枢绕组在空间上相互制约,如图8所示,推力密度受到限制,因此应用于海浪发电系统时转换效率较低。另外,圆筒型的绕组和永磁体设置也给电机的设计与安装增大了一定的难度。

[0005] 因此,现有的海浪发电系统,需要一款具有较高推力密度和海浪能/电能转化率,同时在设置安装方面较为简单的直线电机,这样才能在达到较高电能输出的同时,拥有较好的经济效益。

发明内容

[0006] 鉴于上述,本发明提供了一种新型四边型直线电机,其由4个不对称双边型永磁直线电机拼成,既保持了圆筒型结构系统安装成本低的优点,也不存在铁芯加工困难的问题;不仅如此,每个不对称双边型永磁直线电机都能够使永磁体与电枢相互独立。

[0007] 一种新型四边型直线电机,包含有一个圆筒型的支架以及安装在支架上的四个不对称双边型永磁直线电机,在空间上四个不对称双边型永磁直线电机沿支架周向分布且相互间隔 90° ,所述不对称双边型永磁直线电机包括有不对称的短初级和长次级;

[0008] 四个不对称双边型永磁直线电机的短初级相互连接在一起并固定于安装平台上,构成四边型直线电机的短定子;四个不对称双边型永磁直线电机的长次级通过螺栓固定于所述支架上且相互之间呈 90° 间隔错位,构成四边型直线电机的长动子。

[0009] 进一步地,所述短初级包括电枢和磁极,电枢和磁极分列于对应长次级的两侧,且与长次级之间保有一定的气隙。

[0010] 进一步地,所述电枢包括铁芯和绕组,所述铁芯采用齿状结构且其齿部朝向长次级,所述绕组绕置于铁芯的每个电枢齿上且采用端部非重叠的全齿绕组结构或半齿绕组结构。

[0011] 进一步地,所述磁极采用凸极式结构或隐极式结构;若磁极采用凸极式结构,则其由若干磁极铁芯和若干永磁体呈交替排列组成,且永磁体的充磁方向与长动子的运动方向一致;若磁极采用隐极式结构,则其由一长条型的磁极铁芯以及贴附于磁极铁芯上且朝向长次级的若干紧密排列的永磁体组成,永磁体的充磁方向与长动子的运动方向垂直。

[0012] 无论磁极为凸极式结构或隐极式结构,磁极中的永磁体均为N极和S极交替排列。

[0013] 进一步地,所述四个不对称双边型永磁直线电机的长次级在空间位置上不对称,互相存在一定的位置差异,用于减小推力波动。

[0014] 进一步地,所述长次级由多个调磁铁块呈直线排列组成,且采用分离结构即相邻两个调磁铁块间通过注入非导磁材料固定,调磁铁块的个数与电枢齿的个数相差1~2个。

[0015] 进一步地,所述磁极的永磁体个数等于电枢齿个数,若磁极采用凸极式结构,其每个永磁体的中心线与对应电枢齿的中心线对齐;若磁极采用隐极式结构,其每个永磁体的中心线与对应电枢槽的中心线对齐。

[0016] 进一步地,所述支架采用铝合金材质。

[0017] 本发明中四个电机的长次级错开一定角度固定在铝合金支架上,可在支架的带动下随之运动;四个电机的短初级为双边不对称结构,一边是电枢,另一边是磁极,两者都安装在固定平台上,分别处于次级的两边且相互独立,既实现了磁通切换式结构的优点,也有效避免了磁极散热困难,磁路与电路相互竞争的缺点;因此,相对现有技术本发明具有以下有益技术效果:

[0018] (1) 本发明由四个不对称双边型永磁直线电机拼合成圆筒结构,每个不对称双边型永磁直线电机把电枢与磁极分别作为短初级的一侧,不仅大大减小了永磁体的用量,而且不影响永磁体的散热条件,适用于工业、民用、医药等需要长行程低速大推力的应用场合,如数控机床、海浪发电、长距离物流输送线等。

[0019] (2) 本发明电机中四个不对称双边型永磁直线电机在空间上相隔 90° ,且每个电机长次级错开一定角度固定在中间的铝合金支架上,使得电机的推力波动大大减小;且其长次级仅由调磁铁块组成,成本低,易于实现模块化。

[0020] (3) 本发明电枢与磁极结构与普通永磁直线电机相同,加工方便,成本低。

附图说明

[0021] 图1为本发明四边型直线电机第一种实施方式的空间结构示意图。

[0022] 图2为本发明四边型直线电机第二种实施方式的空间结构示意图。

[0023] 图3为第一种实施方式中不对称双边型永磁直线电机的二维结构示意图。

[0024] 图4为第二种实施方式中不对称双边型永磁直线电机的二维结构示意图。

[0025] 图5为本发明四边型直线电机的长动子结构示意图。

[0026] 图6为本发明四边型直线电机在海浪发电中的应用结构示意图。

[0027] 图7为现有用于海浪发电的同步磁阻式直线电机结构示意图。

[0028] 图8为现有同步磁阻式直线电机中圆筒型绕组和永磁体的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 为了更为具体地描述本发明,下面结合附图及具体实施方式对本发明的技术方案进行详细说明。

[0030] 实施例1

[0031] 如图1和图3所示,本实施例中的新型四边型直线电机,包括四个空间上互相间隔 90° 排列成圆筒结构的不对称双边型开关磁链永磁直线电机和中间的一个铝合金支架3。每个不对称双边型永磁直线电机包括短初级1和长次级2;短初级1包括电枢11、磁极12、固定平台13和安装螺栓14,电枢11包括电枢绕组111和电枢铁芯112,磁极12包括永磁体121和磁极铁芯122交替排列组成,相邻永磁体121充磁方向相反,充磁方向与运动方向一致;电枢11和磁极12都通过安装螺栓14安装在固定平台13上,且双边均与长次级2保持一定的气隙长度。短初级1电枢槽数与永磁体121的极数相同,永磁体121与电枢齿中心线对齐,长次级2调磁铁块数与短初级1电枢槽数相差1个或2个。

[0032] 本实施方式中长次级2采用分离结构,由多块独立的调磁铁块组成,相邻两个调磁铁块21间通过注入非导磁材料22固定,并将四个长次级2朝内的一侧通过长螺栓23固定在铝合金支架3上。

[0033] 本实施例采用短初级1的形式,短初级1上的永磁体121产生的磁链,通过长次级2后,进入电枢11中,与电枢绕组111交链,显然在长次级2随着铝合金支架3运动而运动的过程中,短初级1上的电枢绕组111中交链的磁链发生周期性变化,产生接近正弦的感应电动势。

[0034] 本实施例中四边型直线电机的工作原理为:在每个不对称双边型开关磁链直线电机中,短初级1电枢齿与永磁体121对齐,当长次级2中的调磁铁块21与电枢齿对齐时,永磁体磁链经调磁铁块21短路,电枢绕组磁链为零;随着长次级2移动,其磁链增大,当调磁铁块21边沿与电枢齿中间位置对齐时,磁链经过调磁铁块21全部进入电枢11,与电枢绕组111交链,达到最大值;长次级2继续移动,磁链开始减小,当长次级调磁铁块21完全移出电枢齿时,电枢齿正好处于两个调磁铁块21之间,磁链由这两块调磁铁块21短路,电枢交链磁链达到最小值;再随着长次级2移动,磁链反方向增加,当长动子调磁铁块21移动至与下一个电枢齿对齐时,同时正好与磁性相反的永磁体121对齐,磁链达到最小值,显然磁链是正负交变的,基本为正弦型,是双极性磁链,由此产生接近正弦的感应电动势。如图6所示,当本发明电机应用在海浪发电系统中时,海浪运动带动铝合金支架3上下浮动,连接在支架3上的四个电机的长次级2随之运动,该电机即可实现将直线运动的机械能转换成电能输出。

[0035] 实施例2

[0036] 如图2和图4所示,本实施例中的新型四边型直线电机,包括四个空间上互相间隔 90° 排列成圆筒结构的不对称双边型磁通反向永磁直线电机和中间的一个铝合金支架3;其特点在于:每个不对称双边型磁通反向永磁直线电机的磁极12中永磁体121贴在磁极铁芯122上,磁极的永磁体121个数等于电枢齿数,且每个电枢槽的中心线与对应永磁体121的中心线对齐,永磁体121充磁方向垂直于运动方向,相邻永磁体121充磁方向相反。

[0037] 本实施例中四边型直线电机的工作原理跟实施例1相同,在每个不对称双边型磁通反向直线电机中,短初级1电枢齿与永磁体121对齐,当长次级2中的调磁铁块21与电枢齿中心线对齐时,永磁体磁链经调磁铁块21短路,电枢绕组磁链为零;随着长次级2移动,其磁

链增大,当调磁铁块21边沿与电枢齿中间位置对齐时,磁链经过调磁铁块21全部进入电枢11,与电枢绕组111交链,达到最大值;长次级2继续移动,磁链开始减小,当长次级调磁铁块21完全移出电枢齿时,非导磁材料22与电枢齿中心线对齐,磁链由该非导磁材料上下两块调磁铁块21短路,电枢交链磁链达到最小值;再随着长次级2移动,磁链反方向增加,当长动子调磁铁块21移动至与下一个电枢齿中心线对齐时,同时正好与磁性相反的永磁体121对齐,磁链达到最小值,显然磁链是正负交变的,基本为正弦型,是双极性磁链,由此产生接近正弦的感应电动势。

[0038] 图5为四边型直线电机长动子的模型结构示意图,由中间的铝合金支架及固定在支架上的四个电机的长次级组合而成。图6为四边型直线电机应用于海浪发电的一种结构形式,海浪上下运动带动浮筒随之上下运动,连接在浮筒上的铝合金支架以及固定在支架上的四个电机的长次级也随之上下运动。根据上述工作原理可知,随着电机长次级的上下运动,电机初级绕组中产生接近正弦的感应电动势。将四个平板型电机拼合成圆筒型结构,系统安装成本较低,铁芯容易加工,易于实现模块化,而且通过将四个电机的长次级之间互相错开一定的角度,使得电机的推力波动大大减小。

[0039] 上述对实施例的描述是为便于本技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对上述实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,对于本发明做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

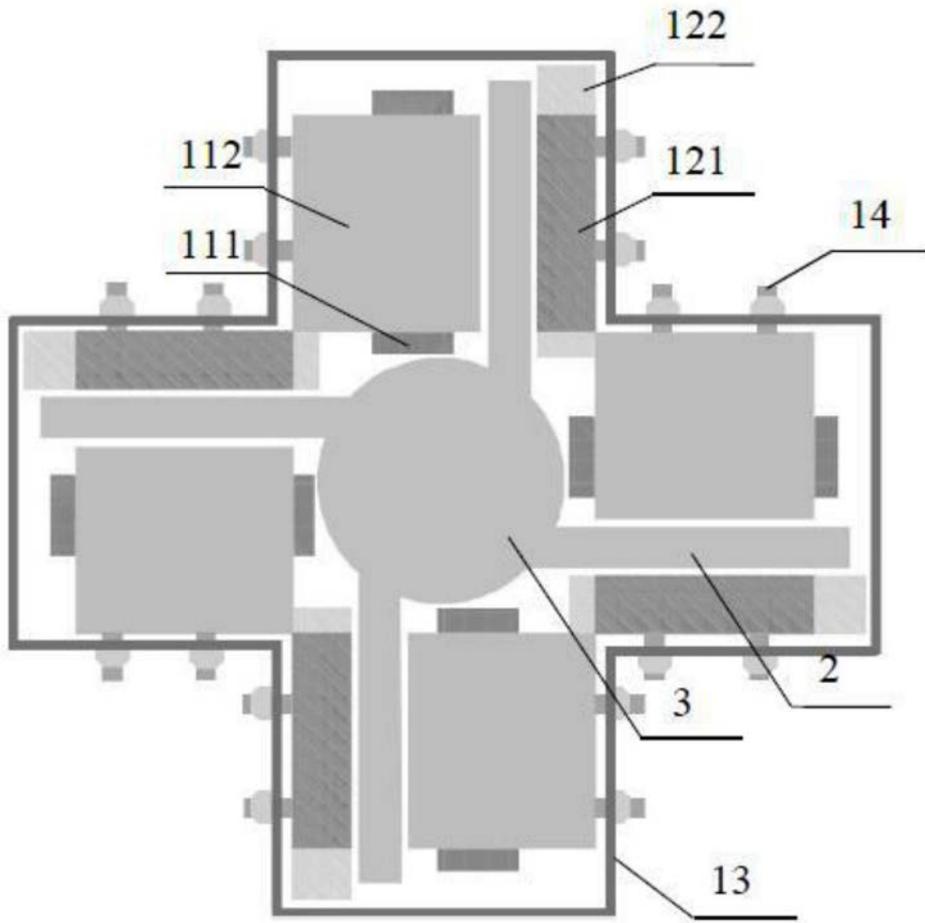


图1

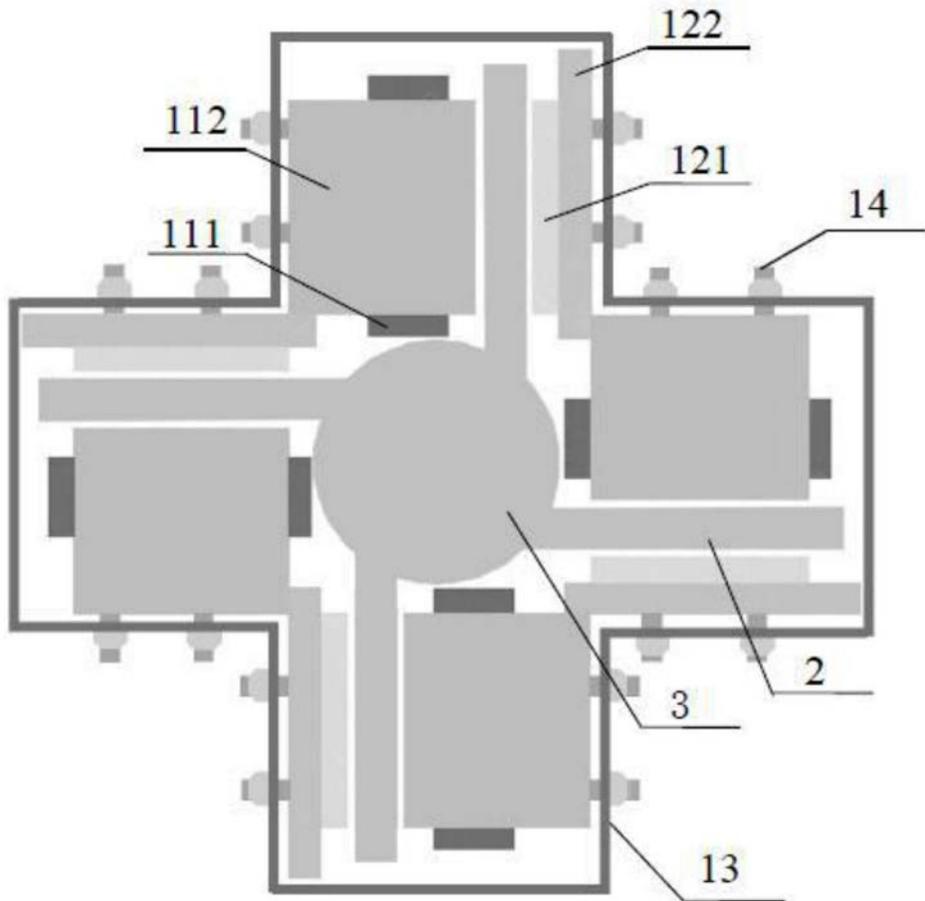


图2

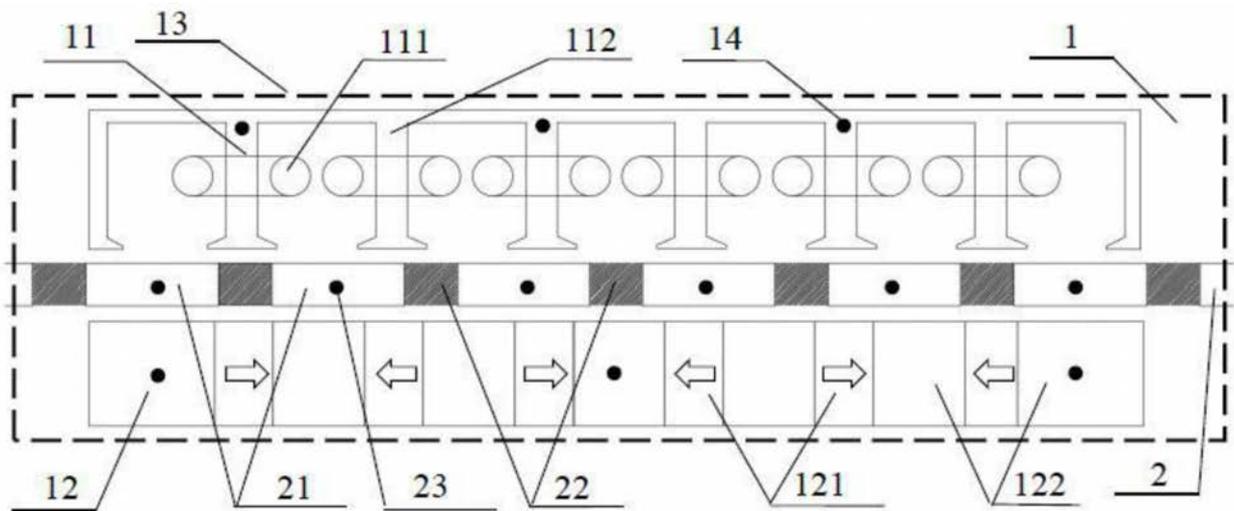


图3

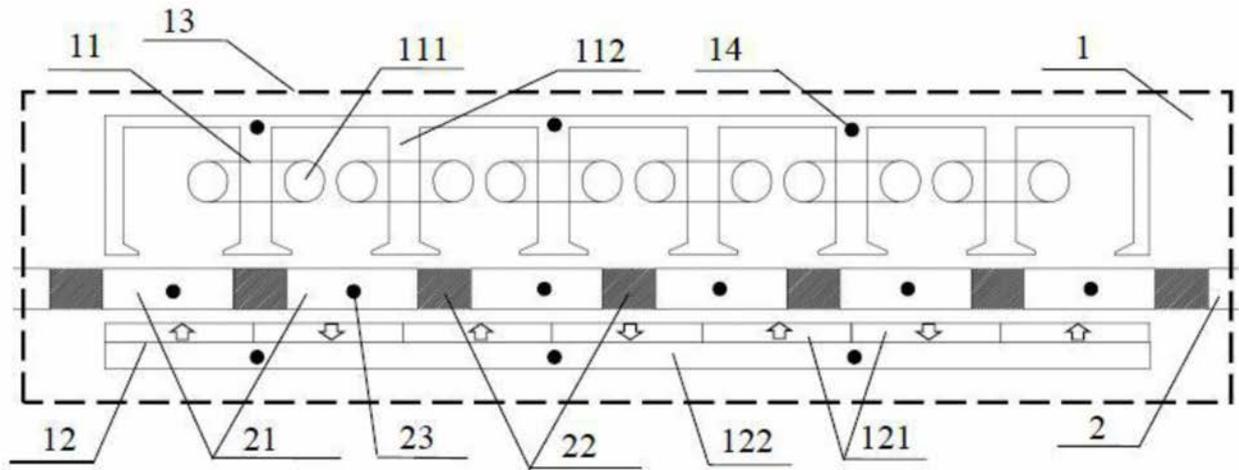


图4

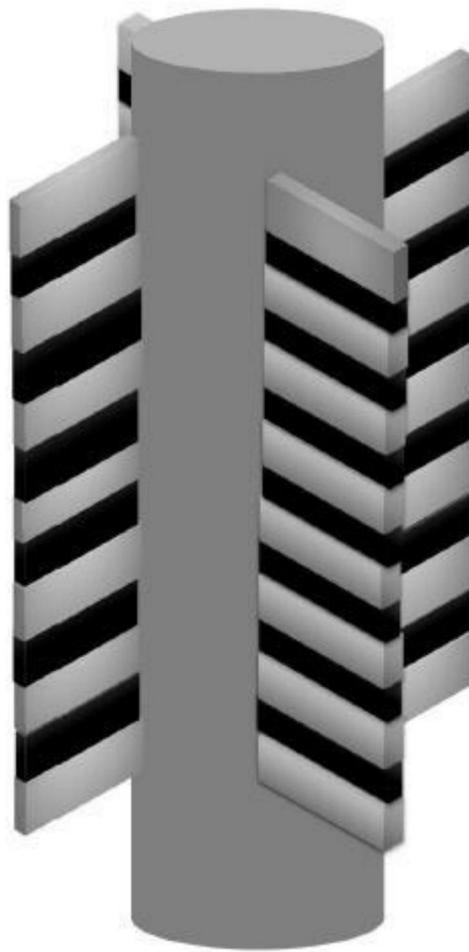


图5

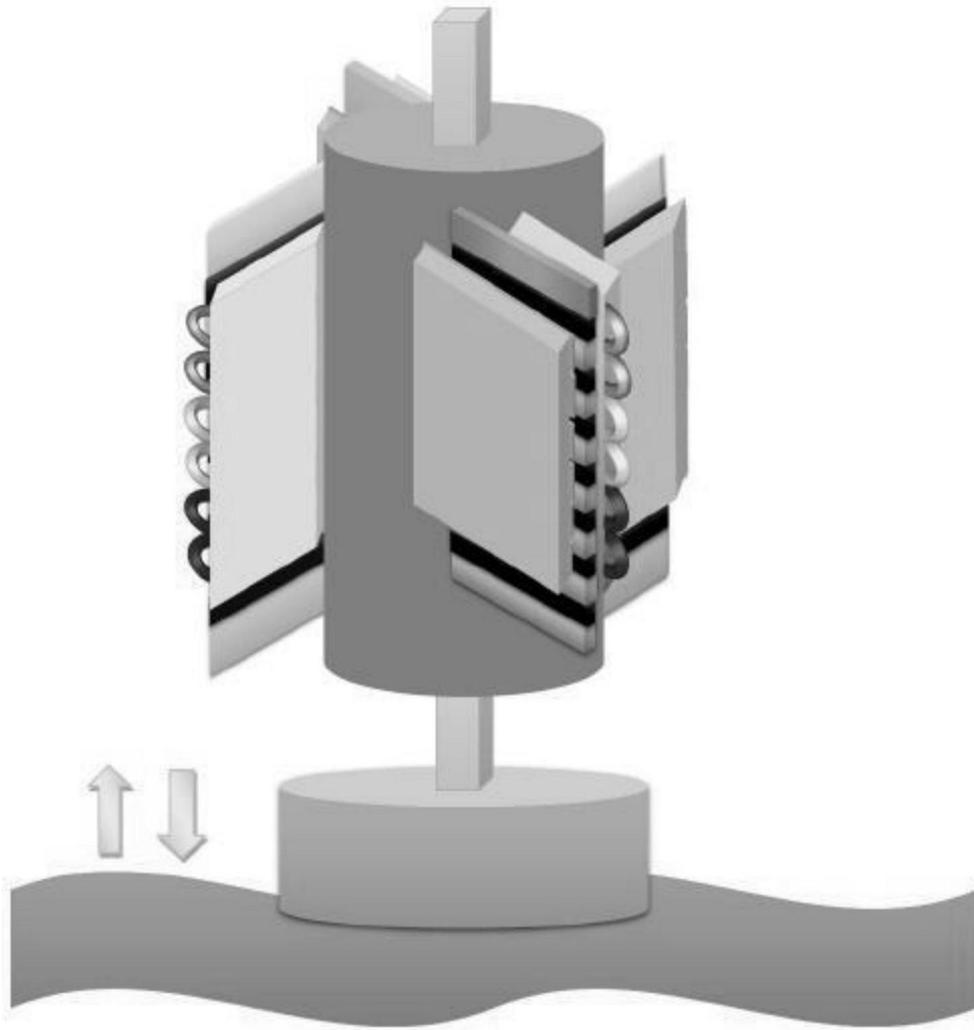


图6

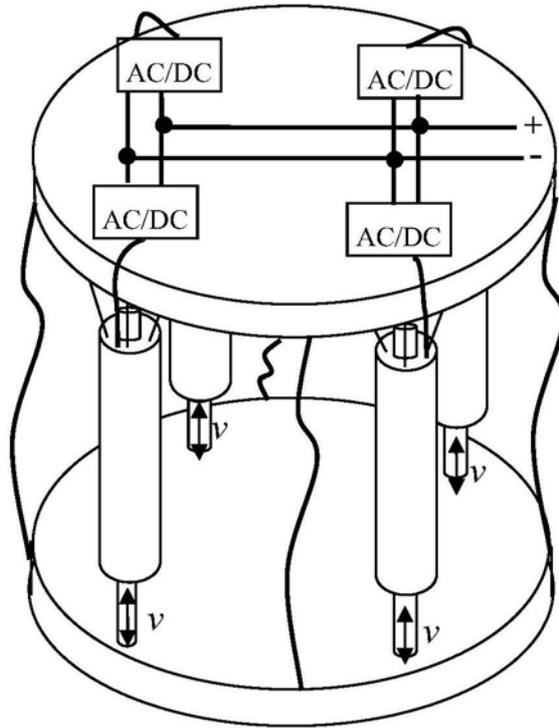


图7

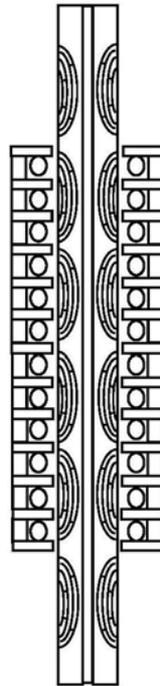


图8