



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108155775 B

(45)授权公告日 2020.05.08

(21)申请号 201810054190.3

(22)申请日 2018.01.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108155775 A

(43)申请公布日 2018.06.12

(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 曾志强

(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)

(56)对比文件

- CN 107086754 A, 2017.08.22,
- CN 104201859 A, 2014.12.10,
- CN 104242596 A, 2014.12.24, 全文.
- WO 2015193564 A2, 2015.12.23,
- CN 107134909 A, 2017.09.05,
- CN 105356720 A, 2016.02.24,

审查员 石佳

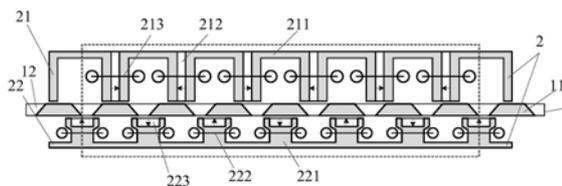
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机

(57)摘要

本发明公开了一种不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机,包括长定子和短动子;短动子包括初级I和初级II两部分,初级I包括U型电枢铁芯、永磁体I以及电枢绕组,初级II包括励磁铁芯、励磁绕组和永磁体II。本发明电机把短动子分为两部分,一侧为初级I,另一侧为初级II,但两者又相互独立,分别处于长定子的不同侧,既实现了磁通切换式结构的优点,也有效避免了励磁绕组与电枢绕组以及永磁体在电路和磁路上相互竞争的缺点。本发明通过采用双边永磁结构,不仅可以提高电机的推力密度,而且能够通过改变励磁绕组的电流改变气隙磁场,实现混合励磁,从而保证弱磁恒功率运行范围的提升以及过载能力的增加。



1. 一种不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机,包括长定子和短动子;其特征在于:所述长定子由多个调磁铁块呈直线型排列构成,所述短动子为双边不对称结构,包括固定于移动平台上且分别位于长定子两侧的初级I和初级II,且两者均包含有永磁体;所述初级I为齿状结构,所述初级II为凸极式结构,初级I的齿部和初级II的凸极均对应朝向长定子侧且与长定子保有一定的气隙大小;

所述初级I包括U型电枢铁芯、永磁体I以及电枢绕组,所述永磁体I设置于相邻两个U型电枢铁芯之间且与U型电枢铁芯的侧壁共同形成电枢齿,所述电枢绕组套设于该电枢齿上;所述初级II包括励磁铁芯、励磁绕组和永磁体II,所述励磁绕组套设于励磁铁芯的凸极上从而形成励磁磁极,所述永磁体II嵌设于励磁铁芯的凸极上;

所述永磁体I的充磁方向与短动子的运动方向保持一致,且相邻永磁体I的充磁方向相反;所述永磁体II的充磁方向与短动子的运动方向垂直,且相邻永磁体II的充磁方向相反;相邻两个永磁体II及其中间对应电枢齿上的永磁体I,三者组合而成的充磁方向为顺时针或逆时针方向;

所述初级I与初级II上的永磁体个数相同,且初级II的励磁磁极正对着初级I的电枢槽;

所述初级I与初级II上每侧的永磁体个数与调磁铁块个数相差1~2个;

所述长定子采用分离结构,即采用相邻两个调磁铁块之间注入非导磁材料填充的连接方式或通过长螺栓固定的连接方式;

所述U型电枢铁芯的轭部设有隔磁桥,从而将初级I的U型电枢铁芯联成一个整体;

所述初级I的电枢槽中间设有容错齿,用以使相邻两电枢绕组实现电磁隔离;

所述初级I的电枢绕组和初级II的励磁绕组均采用端部非重叠式集中绕组。

一种不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机

技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,具体涉及一种不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机。

背景技术

[0002] 直线电机可以将电能直接转换成机械能,且不需要中间的传动机构,从而可以提高整个传动系统的效率,同时由于不受旋转电机中离心力的影响,理论上速度也可以不受限制,便于高速运行。近年来直线直接驱动领域的研究热点是永磁同步直线电机,其具有高推力密度、高效率、高速度响应等优点,广泛应用于数控机床、半导体加工、垂直运输系统、高速地面运输系统等高性能领域,但是其推广应用的瓶颈在于成本太高,因为不管是采用长初级短次级,还是长次级短初级的结构,整体成本都很高。

[0003] 而开关磁链永磁直线电机可以使永磁体放置在电枢侧形成短定子,而长定子仅为凸极式的铁芯结构,兼具永磁同步直线电机与开关磁阻直线电机的优点,从而使成本大大降低,因此近年来得到了越来越多的关注。但是传统永磁开关磁链直线电机磁场难以调节,不利于电机的高速运行;混合励磁电机由于能够方便的调节磁场的大小,从而提高电机的过载能力以及弱磁恒功率运行范围。

发明内容

[0004] 鉴于上述,本发明把混合励磁电机与直线开关磁链电机相结合,提供了一种采用混合励磁结构的不对称双边型双永磁开关磁链直线同步电机,兼具混合励磁电机与永磁开关磁链直线电机的优点,推力密度高、运行速度高、成本低、结构简单、适用范围广泛,且磁场调节容易。

[0005] 一种不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机,包括长定子和短定子;所述长定子由多个调磁铁块呈直线型排列构成,所述短定子为双边不对称结构,包括固定于移动平台上且分别位于长定子两侧的初级I和初级II,且两者均包含有永磁体;所述初级I为齿状结构,所述初级II为凸极式结构,初级I的齿部和初级II的凸极均对应朝向长定子侧且与长定子保有一定的气隙大小;

[0006] 所述初级I包括U型电枢铁芯、永磁体I以及电枢绕组,所述永磁体I设置于相邻两个U型电枢铁芯之间且与U型电枢铁芯的侧壁共同形成电枢齿,所述电枢绕组套设于该电枢齿上;所述初级II包括励磁铁芯、励磁绕组和永磁体II,所述励磁绕组套设于励磁铁芯的凸极上从而形成励磁磁极,所述永磁体II嵌设于励磁铁芯的凸极上。

[0007] 进一步地,所述永磁体I的充磁方向与短定子的运动方向保持一致,且相邻永磁体I的充磁方向相反;所述永磁体II的充磁方向与短定子的运动方向垂直,且相邻永磁体II的充磁方向相反;相邻两个永磁体II及其中间对应电枢齿上的永磁体I,三者组合而成的充磁方向为顺时针或逆时针方向,以确保电枢永磁磁链为永磁体I和永磁体II共同叠加。

[0008] 进一步地,本发明电机可通过改变流经励磁绕组上的励磁电流极性和大小,实现

增磁或去磁,从而可以方便地调节磁场的大小;初级II采用内嵌式永磁体结构,励磁绕组产生的磁场不会穿过永磁体II,从而可以避免励磁磁场对初级II永磁体产生的不可逆退磁,同时也增大了磁场调节范围。

[0009] 进一步地,所述初级I与初级II上的永磁体个数相同,且初级II的励磁磁极正对着初级I的电枢槽。

[0010] 进一步地,所述初级I或初级II上每侧的永磁体个数与调磁铁块个数相差1~2个。

[0011] 进一步地,所述长定子采用分离结构,即采用相邻两个调磁铁块之间注入非导磁材料填充的连接方式或通过长螺栓固定的连接方式。

[0012] 进一步地,所述U型电枢铁芯轭部设有隔磁桥,从而将初级I的U型电枢铁芯联成一个整体。

[0013] 进一步地,所述初级I的电枢绕组和初级II的励磁绕组均采用端部非重叠式集中绕组。

[0014] 进一步地,所述初级I的电枢槽中间设有容错齿,用以使相邻两电枢绕组实现电磁隔离,可以减小相邻绕组之间的耦合程度,从而减小相邻绕组之间的互感,有利于提高电机的容错性能。

[0015] 本发明电机把短动子分为两部分,一侧为初级I,另一侧为初级II,但两者又相互独立,分别处于长定子的不同侧,既实现了磁通切换式结构的优点,也有效避免了励磁绕组与电枢绕组以及永磁体在电路和磁路上相互竞争的缺点,同时通过改变励磁绕组的电流可以方便的改变磁场大小,从而可以调节气隙磁场实现混合励磁,保证弱磁恒功率运行范围的提升以及过载能力的增加。

[0016] 故本发明直线电机具有以下有益技术效果:

[0017] (1) 本发明电机把电励磁与电枢分别作为短动子的一侧,从而可以增大对应电励磁槽和电枢槽的面积,同时两个短动子上均含有永磁体,从而可以大大增加电机的推力密度以及磁场调节范围,通过改变励磁电流可以改变磁场的大小,适用于工业、民用、医药等需要长行程宽速大推力的应用场合,如数控机床、长距离物流输送线等。

[0018] (2) 本发明电机中的长定子仅由调磁铁块组成,成本低廉,易于实现生产。

[0019] (3) 本发明电机中初级的电枢与磁极结构与普通永磁直线电机类似,加工方便,成本低。

附图说明

[0020] 图1为本发明电机的第一种实施结构示意图。

[0021] 图2(a)~图2(d)依次为本发明电机的工作过程原理示意图。

[0022] 图3(a)为励磁磁链与永磁磁链极性相同下本发明电机磁场调节原理示意图。

[0023] 图3(b)为励磁磁链与永磁磁链极性相反下本发明电机磁场调节原理示意图。

[0024] 图4为本发明电机的第二种实施结构示意图。

[0025] 图5为本发明电机的第三种实施结构示意图。

[0026] 图6为本发明电机的第四种实施结构示意图。

[0027] 其中:1-长定子、11-调磁铁块、12-非导磁材料、2-短动子、21-初级I、211-电枢U型铁芯、212-永磁体I、213-电枢绕组、214-隔磁桥、215-容错齿、22-初级II、221-励磁铁芯、

222-励磁绕组、223-永磁体II。

具体实施方式

[0028] 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。

[0029] 实施例一:

[0030] 如图1所示,本实施例的不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机,包括长定子1和短动子2,短动子2包括初级I和初级II,初级I包括U型电枢铁芯211、永磁体I、电枢绕组213,初级II包括励磁铁芯221、励磁绕组222和永磁体II;永磁体I交替排列组成,相邻永磁体I充磁方向相反,充磁方向与运动方向保持一致,初级I与初级II都固定在移动平台上,两者相对静止,且都与长定子1保持一定的气隙大小。永磁体II内嵌于励磁铁芯221的励磁齿中,且励磁绕组222套在励磁铁芯221的凸极上从而形成励磁磁极,相邻励磁磁极的极性相反,且通过改变励磁电流的极性和大小可以改变励磁磁极的极性和磁场强度。同时,电励磁磁通不经过永磁体II,从而可以减小励磁磁路的磁阻,提高磁场调节能力。短动子励磁磁极个数与永磁体I个数相同,位置上永磁体I与励磁槽对齐,长定子调磁铁块个数与短动子一侧永磁磁极个数相差1或2。

[0031] 长定子1由多个调磁铁块11组成,放置在行程上,相邻调磁铁块11之间部分可填充非导磁材料12,通过在调磁铁块11的长螺栓进行安装固定。对于短动子2,图1虚线框以外的部分是为了减小直线电机的纵向端部效应而增加的辅助部分。对于电枢部分,为端部辅助齿;对于磁极部分,为辅助励磁极和辅助励磁线圈。

[0032] 本实施例采用短动子2的形式,短动子2上的永磁磁链,通过长定子1后,进入电枢21中,与电枢绕组213相交链,显然在短动子2与长定子1相对位置不同时,电枢绕组213中交链的磁链在发生周期性变化,在电枢绕组213中产生接近正弦的反电动势,且短动子2运动一个定子极距时电枢绕组213的磁链变化为一个周期,因此在电枢绕组213中通入三相对称正弦电流,可以产生稳定的电磁推力,推动动子实现直线运动。

[0033] 图2(a)~图2(d)为本实施例中不对称双边型双永磁混合励磁开关磁链直线电机的工作原理,其中带箭头的虚线条表示永磁体I磁通的路径,而带箭头的实线表示永磁体II磁通的路径,图中显示了电枢绕组交链磁链的过程;图2(a)中短动子永磁体I磁极与长定子调磁铁块对齐,永磁体I和永磁体II产生的磁链均经调磁铁块短路,从而电枢绕组的永磁磁链为零;随着动子移动,其磁链增大,如图2(b)所示,当动子运动1/4倍定子极距时,永磁磁链经过调磁铁块全部进入电枢,且两侧永磁体在电枢绕组中产生的磁链极性相同,从而使得电枢绕组的磁链达到最大值;动子继续移动,磁链开始减小,当电枢齿完全移出长定子调磁铁块时,电枢齿正好处于两个调磁铁块之间,即对应图2(c),两侧永磁磁极的磁链都由这两块调磁铁块短路,所以电枢交链磁链为0;再随着动子再移动1/4倍定子极距,即对应图2(d),穿过电枢线圈的永磁磁链方向反向,磁链反方向增加,因此电枢绕组的磁链达到最小值,显然电枢绕组的磁链是正负交变的,基本为正弦型,是双极性磁链。此外,永磁体I与永磁体II产生的永磁磁链构成并联式磁路。

[0034] 图3(a)和图3(b)显示了此电机的磁场调节原理。图3(a)中,长定子处于电枢线圈的d轴位置,且励磁磁链与永磁磁链的极性相同,因此为增磁状态。图3(b)中,励磁磁链与永

磁磁链的极性相反,因而为弱磁状态。即通过改变励磁电流的极性 or 大小,可以方便地调节电枢磁链的大小,从而实现混合励磁。

[0035] 实施例二:

[0036] 图4所示结构为实施例一的一种变形结构,与图1的不同之处在于增加隔磁桥214,从而使得初级I冲片联成一个整体,避免相邻永磁磁极之间的排斥力导致安装困难,便于加工,缺点是不可避免地短路部分永磁体I的磁链,降低推力密度

[0037] 实施例三:

[0038] 如图5所示,本实施例是针对实施例一的另一种变形结构,通过在电枢槽中增加容错齿215,可以减小相邻线圈之间的耦合程度,从而减小相邻线圈之间的互感,有利于提高电机的容错性能。

[0039] 实施例四:

[0040] 如图6所示,本实施例是针对实施例一的另一种变形结构,其主要的不同之处在于永磁体II采用表贴式结构,优点是电枢绕组的永磁磁链增加,缺点是永磁体II不可逆退磁风险增加。

[0041] 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。

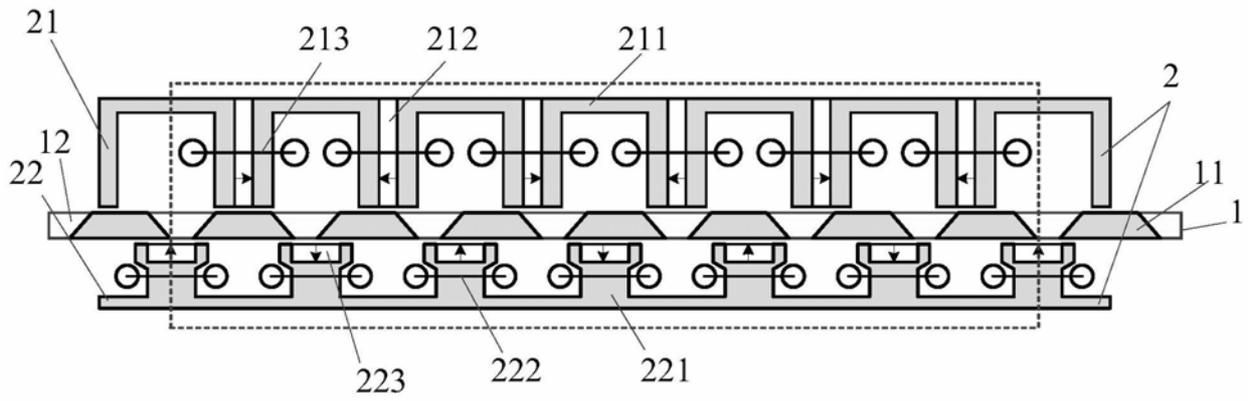


图1

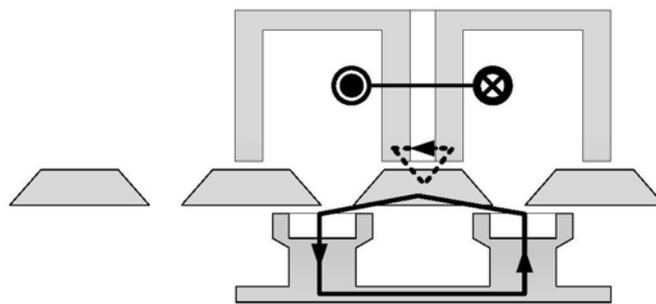


图2 (a)

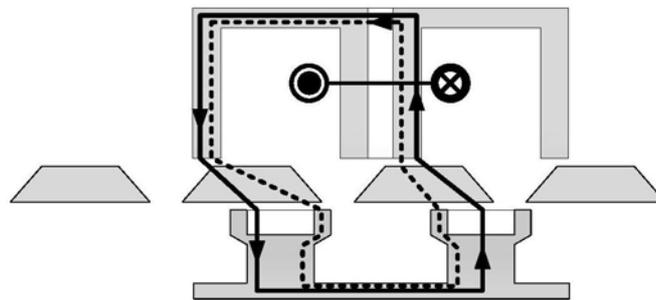


图2 (b)

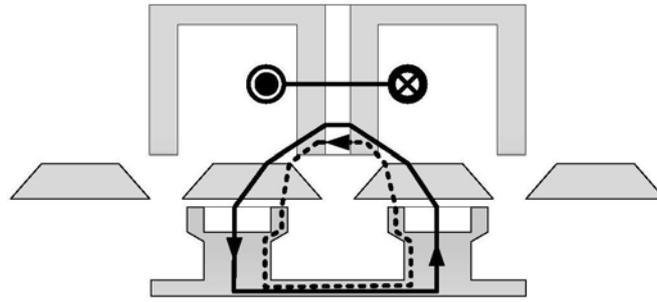


图2 (c)

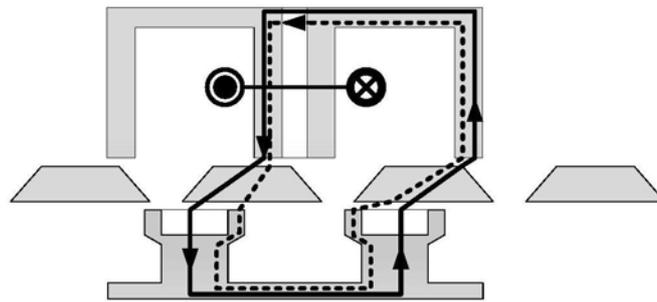


图2 (d)

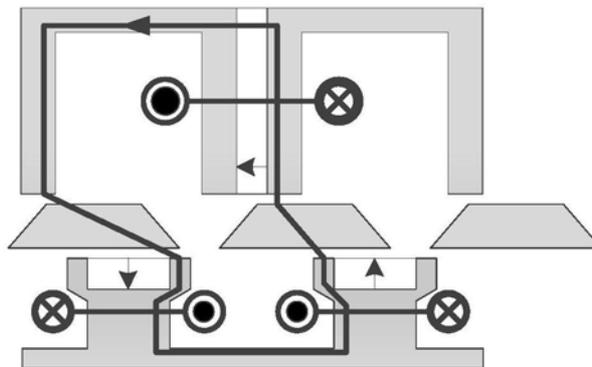


图3 (a)

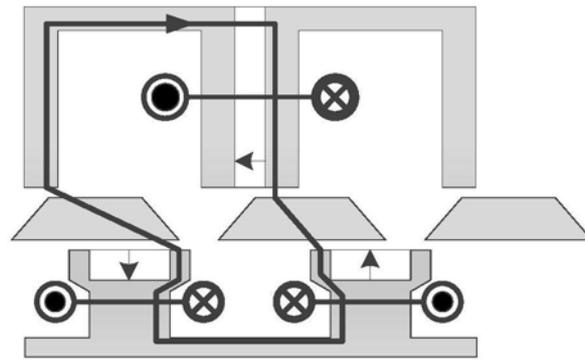


图3 (b)

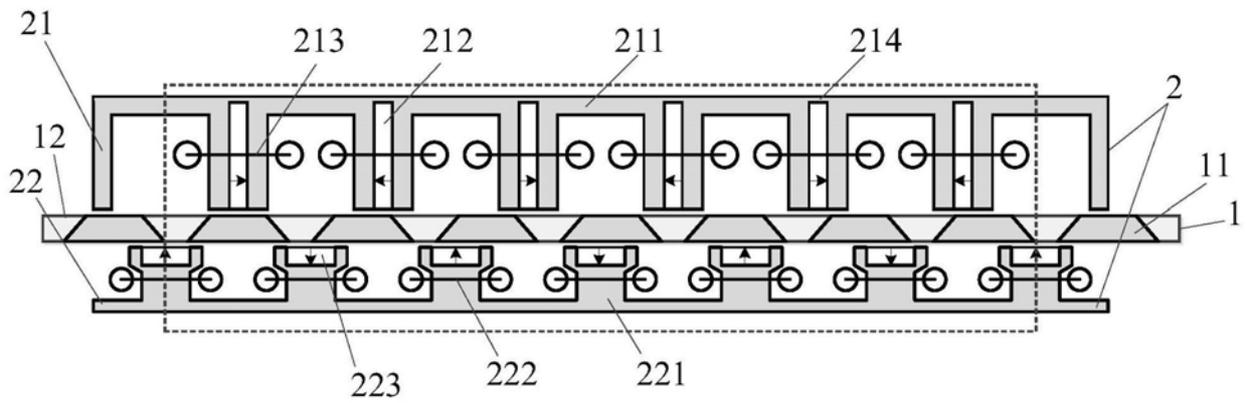


图4

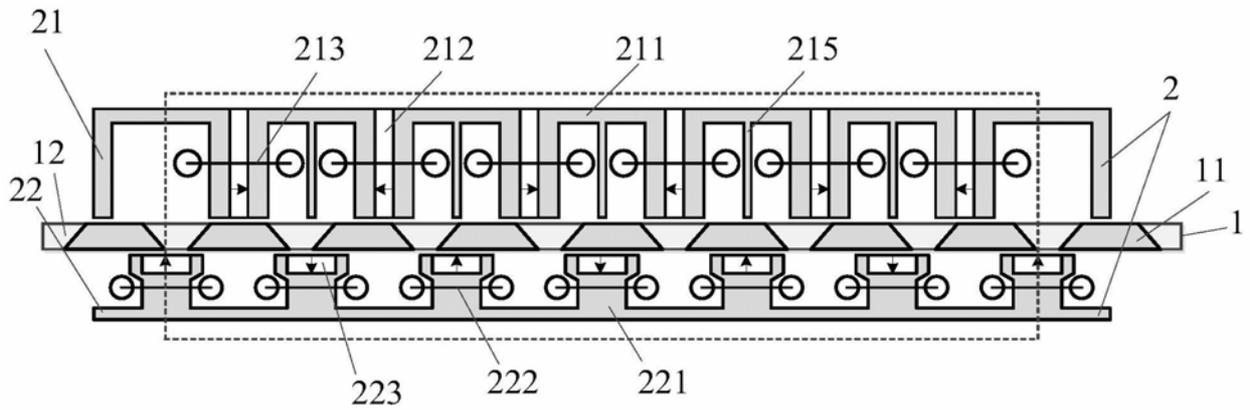


图5

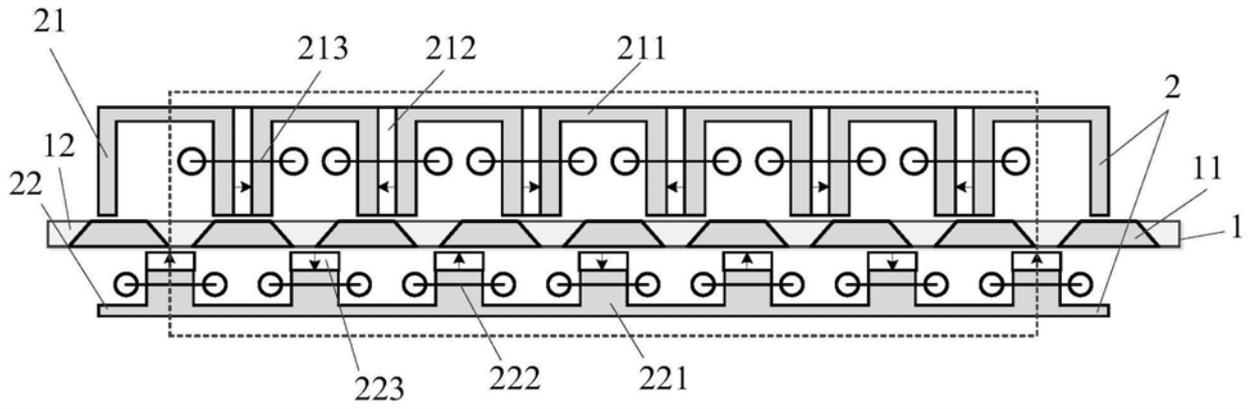


图6