



(21) 申请号 202310220918.6

(22) 申请日 2023.03.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115891500 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(73) 专利权人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号

(72) 发明人 邓自刚 柯志昊 张宝剑 李净言
易辉阳 刘新 刘峻志 石洪富

(74) 专利代理机构 北京集智东方知识产权代理
有限公司 11578

专利代理师 陈攀 刘林

(51) Int. Cl.

B60B 19/00 (2006.01)

B60L 13/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102148592 A, 2011.08.10

CN 102588433 A, 2012.07.18

CN 106740249 A, 2017.05.31

CN 107284126 A, 2017.10.24

CN 107565853 A, 2018.01.09

CN 108839523 A, 2018.11.20

CN 109228883 A, 2019.01.18

CN 111942163 A, 2020.11.17

CN 113135068 A, 2021.07.20

CN 114083992 A, 2022.02.25

CN 115714485 A, 2023.02.24

CN 201021149 Y, 2008.02.13

CN 203071845 U, 2013.07.17

CN 203494640 U, 2014.03.26

CN 204870336 U, 2015.12.16

CN 211519132 U, 2020.09.18

CN 213676230 U, 2021.07.13

JP 2013177112 A, 2013.09.09

KR 101548609 B1, 2015.09.01

US 2012112590 A1, 2012.05.10

US 2014230711 A1, 2014.08.21

US 2017355225 A1, 2017.12.14

US 2018370279 A1, 2018.12.27

US 2022373027 A1, 2022.11.24

US 6044770 A, 2000.04.04 (续)

审查员 沈思思

权利要求书1页 说明书4页 附图5页

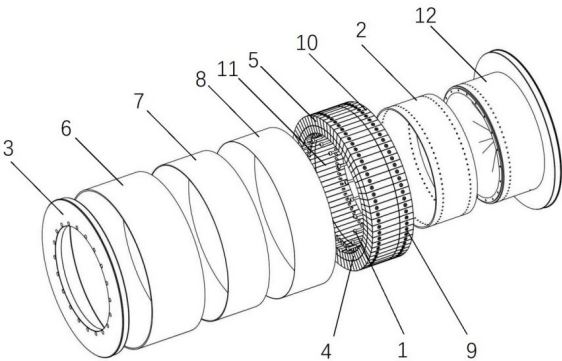
(54) 发明名称

一种磁悬浮汽车的磁轮结构

(57) 摘要

本发明提供了一种磁悬浮汽车的磁轮结构，涉及磁悬浮技术领域，包括永磁体块、导磁内圈、外圈、碳纤维和硬橡胶实心轮胎，所述永磁体块按照Halbach阵列周期性排列成环形永磁轮；所述导磁内圈、环形永磁轮、外圈、碳纤维和硬橡胶实心轮胎由内向外依次安装到轮毂上。该磁轮结构通过分割永磁体块使分割后的永磁体小块交错排列，永磁体小块之间相互分摊受力，防止磁体开裂脱离。且本发明可以实现一轮两用，一是磁轮外层的硬橡胶实心轮胎可以在普通路面上行驶，与传统车辆无异。二是将磁轮切换到磁浮专用车道上后，车辆实现磁浮状态，从而减少路

面与车轮摩擦带来的速度损耗，行驶速度大幅度提升。



CN 115891500 B

[接上页]

(56) 对比文件

US 6125955 A, 2000.10.03

邓自刚; 郑琚; 李婧; 张娅; 王素玉; 王家素; .
超导块材磁体在高温超导磁悬浮车系统中的两

种潜在应用. 稀有金属材料与工程. 2008, (第S4期), 第350-353页.

高殿荣; 杜世渊; 阎淑丽; . 具有较大气隙的
锥形螺旋血泵磁悬浮结构的设计与分析. 机械设
计. 2007, (第12期), 第33-35页.

1. 一种磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于,包括:

永磁体块,所述永磁体块按照Halbach阵列周期性排列成环形永磁轮,每个所述永磁体块包括至少三块交错排列的永磁体小块;以所述环形永磁轮圆心为所述永磁体的圆心,所述永磁体块径向上至少包括内外两层;所述交错排列为,同一永磁体块不同层相邻的所述永磁体小块至少有一侧的端面不在同一平面上;

导磁内圈(2),所述导磁内圈(2)外表面连接所述环形永磁轮内圈表面,所述导磁内圈(2)内表面用于连接轮毂(12);

外圈(8),所述外圈(8)内表面连接环形永磁轮外表面;以及

硬橡胶实心轮胎(6),所述外圈(8)外表面设有硬橡胶实心轮胎(6)。

2. 根据权利要求1所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:所述永磁体块包括三块所述永磁体小块,所述永磁体块包括内外两层,其中一层沿轴向分为两块所述永磁体小块。

3. 根据权利要求1所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:所述永磁体块包括四块所述永磁体小块,所述永磁体块包括内层和外层,每层均沿轴向分为两块所述永磁体小块。

4. 根据权利要求3所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:所述内层的永磁体小块和所述外层的永磁体小块高度不同。

5. 根据权利要求3所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:位于所述内层的两个所述永磁体小块分别为第一永磁块(4)和第四永磁块(11),所述第一永磁块(4)与第四永磁块(11)的长度不同。

6. 根据权利要求3所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:位于所述外层的两个所述永磁体小块分别为第二永磁块(5)和第三永磁块(10),所述第二永磁块(5)和第三永磁块(10)的长度不同。

7. 根据权利要求3所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:四个所述永磁体小块的径向截面从左下角按顺时针方向分别为第一永磁块(4)、第二永磁块(5)、第三永磁块(10)、第四永磁块(11);所述第一永磁块(4)与第四永磁块(11)的长度不同,所述第二永磁块(5)和第三永磁块(10)的长度不同;所述第一永磁块(4)和第三永磁块(10)的长度相同;所述第二永磁块(5)和第四永磁块(11)长度相同。

8. 根据权利要求1所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:所述永磁体块包括至少五块所述永磁体小块,所述永磁体块包括至少三层,至少一层沿轴向分为至少两块所述永磁体小块。

9. 根据权利要求1所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:所有所述永磁体小块的磁化方向均相同。

10. 根据权利要求1所述的磁悬浮汽车的磁轮结构,其特征在于:所述外圈(8)和硬橡胶实心轮胎(6)之间还设有碳纤维(7)。

一种磁悬浮汽车的磁轮结构

技术领域

[0001] 本发明涉及磁悬浮技术领域,具体而言,涉及一种磁悬浮汽车的磁轮结构。

背景技术

[0002] 旋转型磁浮汽车是由车载磁轮结构与地面导轨组成的车-路耦合系统,需要专用的磁轮。由于磁轮与传统汽车的车轮具有高度的拓扑相似性,因此,磁浮汽车可基于传统的汽车结构进行改造升级,替换现有的汽车车轮,并且可以同时实现在普通路面与磁浮专用车道上行驶,如何将磁轮与现在的车轮完美契合是关键问题。一方面磁铁充磁之后内部很多分子的排列发生了改变,分子势能增加,有回到低势高熵的倾向,从微观的角度看充磁后的磁畴与磁畴之间有细小的沟,这些沟在受到外力的时候会比较容易扩展成裂纹,即磁铁是易脆的。当磁轮在普通路面行驶时会受到路面带来的强大的冲击力。另一方面磁轮质量较大,过大的冲击力可能会使传统的充气轮胎爆开,甚至迫使磁铁开裂。即磁轮和现有的车轮契合的同时还要考虑如何使磁铁缓解所受到的冲击力。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种磁悬浮汽车的磁轮结构,以解决上述问题。为了实现上述目的,本发明采取的技术方案如下:

[0004] 本申请提供了一种磁悬浮汽车的磁轮结构,包括:永磁体块、导磁内圈和外圈,所述永磁体块按照Halbach阵列周期性排列成环形永磁轮,每个所述永磁体块包括至少三块交错排列的永磁体小块;以所述环形永磁轮圆心为所述永磁体的圆心,所述永磁体块径向上至少包括内外两层;所述导磁内圈外表面连接所述环形永磁轮内圈表面,所述导磁内圈内表面用于连接轮毂;所述外圈内表面连接环形永磁轮外表面。

[0005] 本发明的有益效果为:

[0006] 本发明通过分割永磁体块并用螺栓使其交错排列在磁轮径向上,这样的结构既减小了单块永磁体小块的质量,也使其相互之间分摊受力防止磁块脱离,环形永磁轮外圈表面采用纯铝外圈和碳纤维将环形磁铁包裹起来,纯铝外圈能和导体板产生的镜像磁场进行二次感应以提高磁轮的悬浮力,起到了既能固定磁铁脱落,也能增大磁轮悬浮力的作用。

[0007] 本发明通过用硬橡胶实心轮胎包裹磁轮,实现了一轮两用,由于磁轮外设置了硬橡胶实心轮胎,因此本发明可以在普通路面上行驶,与传统车辆无异。将磁轮切换到磁浮专用车道后,车辆实现磁浮状态,减少了路面与车轮摩擦带来的速度损耗,行驶速度大幅度提升,能够实现汽车的高速行驶。硬橡胶实心轮胎具有足够高的定伸应力、较高的硬度、低的永久变形和良好的耐磨性,这样就能避免在较大冲击力下发生爆胎等事故,同时硬橡胶实心轮胎的变形较小且硬度高,在受到冲击力时,能缓解磁铁受到的冲击力,起到保护磁铁的作用。同时又能使磁铁与磁浮专用车道保持较小的气隙来增大悬浮力。

[0008] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明实施例了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说

说明书、权利要求书,以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0009] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单的介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0010] 图1为本发明的实施例一的端面剖面图;

[0011] 图2为本发明的爆炸图;

[0012] 图3为本发明中三块永磁体小块排列方式一示意图;

[0013] 图4为本发明中三块永磁体小块排列方式二示意图;

[0014] 图5为本发明中六块永磁体小块的一种排列方式示意图;

[0015] 图6为本发明中七块永磁体小块的一种排列方式示意图;

[0016] 图7为本发明中四块永磁体小块的径向剖面图;

[0017] 图8为本发明中四块永磁体小块排列示意图。

[0018] 图中标记:1、螺栓;2、导磁内圈;3、轮毂端盖;4、第一永磁块;5、第二永磁块;6、硬橡胶实心轮胎;7、碳纤维;8、外圈;9、沉头螺栓;10、第三永磁块;11、第四永磁块;12、轮毂。

具体实施方式

[0019] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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、完整的描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0020] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。同时,在本发明的描述中,术语“第一”“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0021] 实施例1:

[0022] 如图1和图2所示,本实施例提供了一种磁悬浮汽车的磁轮结构,实现一轮两用,所述磁轮结构包括:永磁体块、导磁内圈2和外圈8,所述永磁体块采用钕铁硼永磁体,按照Halbach阵列周期性排列成环形永磁轮,所述环形永磁轮在径向方向外侧磁场强度最强,而圆心磁场最弱。

[0023] 所述导磁内圈2外表面连接所述环形永磁轮内圈表面,导磁内圈2为铁制品,具有较好的导磁性。所述导磁内圈2内表面用于连接轮毂12;所述外圈8内表面连接环形永磁轮外表面,采用纯铝制作,一方面起到保护内层环形永磁轮的作用,另一方面与磁浮专用车道导体板产生的感应涡流相互反应,产生悬浮力。所述外圈8外表面设有碳纤维7,所述碳纤维7外表面设有硬橡胶实心轮胎6,与普通轮胎相比,硬橡胶实心轮胎6的胶料有足够的耐压性

和耐磨性,具有足够高的定伸应力、较高的硬度、低的永久变形和良好的耐磨性。在普通路面受到冲击力时,能缓解磁铁受到的冲击力,起到保护磁铁的作用,使本发明能够在普通路面行驶,并且硬橡胶实心轮胎6还能使磁铁与磁浮专用车道导体板保持较小的气隙来增大悬浮力。

[0024] 所述环形永磁轮、导磁内圈2、外圈8、碳纤维7、硬橡胶实心轮胎6的端面平行,均设置在轮毂12和轮毂端盖3之间,所述轮毂端盖3与轮毂12通过螺栓1轴向连接。所述环形永磁轮、导磁内圈2和轮毂12通过沉头螺栓9径向连接。

[0025] 实施例2:

[0026] 本实施例提供了一种磁悬浮汽车的磁轮结构,所述导磁内圈2、轮毂端盖3、硬橡胶实心轮胎6、碳纤维7、外圈8和轮毂12的位置关系、连接关系与实施例一相同。现有的环形永磁轮中单块的永磁体块质量较大且易脆,在行驶过程中,永磁体块容易出现破损,导致破损的磁体碎片易脱落。因此本实施例将每个所述永磁体块分割为三块所述永磁体小块。

[0027] 具体的,如图3和图4所示,所述永磁体块包括内外两层,其中一层沿轴向分为两块所述永磁体小块。图5为三块永磁体小块排列方式一,内层分割为两块永磁体小块,外层一块面积较大的永磁体小块压住内层的两块永磁体小块。图6为三块永磁体小块排列方式二,外层分割为两块永磁体小块。分割减小了单块永磁体块的质量,减小了永磁体块破碎的,并且永磁体小块之间相互分摊受力,外层采用纯铝外圈8和碳纤维7防止永磁体小块脱离。

[0028] 实施例3:

[0029] 本实施例提供了一种磁悬浮汽车的磁轮结构,所述导磁内圈2、轮毂端盖3、硬橡胶实心轮胎6、碳纤维7、外圈8和轮毂12的位置关系、连接关系与实施例一相同。基于实施例二,我们考虑永磁体块是否分割越多、永磁体小块的质量越小越好。

[0030] 具体的,如图5和图6所示,本实施例每个所述永磁体块分割为至少五块所述永磁体小块,所述永磁体块包括至少三层,至少一层沿轴向分为至少两块所述永磁体小块。图7为六块永磁体小块的一种排列方式,一共三层,每层包括长度不同两块永磁体小块。图8为七块永磁体小块的一种排列方式,一共三层,上下两层分别包括两块所述永磁体小块,中间层包括三块所述永磁体小块。本实施例的两种排列方式进一步地减小了各永磁体小块的质量,进而减小了永磁体小块受到的离心力。

[0031] 实施例4:

[0032] 实施例2在实际安装过程中,由于所述其中一层的永磁体小块较大,磁性大,不便于另外一层的两块较小的永磁体小块安装。实施例三虽然对所述永磁体块切割越多,会使所述永磁体小块质量越小,但切割太多会减弱磁场强度,并且永磁体小块数量越多,固定螺栓1也会变多,所述永磁体块需要打孔,严重影响所述环形永磁轮的整体磁场强度。因此本实施例提出了一种较为合理的永磁体块的分割方式。

[0033] 具体的,如图7所示和图8所示,本实施例每个所述永磁体块分割为四块永磁体小块,所述永磁体块径向上包括内外两层,每层均沿轴向分为两块所述永磁体小块。所述永磁体小块的磁化方向均相同。

[0034] 所述内层的永磁体小块和所述外层的永磁体小块高度比为1:1或3:4,尽量保持高度均分,因为当出现某层永磁体小块高度过薄时会导致加工难度大。

[0035] 四个所述永磁体小块的径向截面从左下角按顺时针方向分别为第一永磁块4、第

二永磁块5、第三永磁块10、第四永磁块11；所述第一永磁块4与第四永磁块11的长度比为1:2。所述第二永磁块5和第三永磁块10的长度比为2:1。所述第一永磁块4和第三永磁块10的长度相同；所述第二永磁块5和第四永磁块11长度相同。如果单个磁块太短或者太薄，不利于打孔，均分也可以保证总的磁场强度，这样的两两交错排列形式使永磁体小块相互之间形成互锁，防止脱落。

[0036] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

[0037] 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

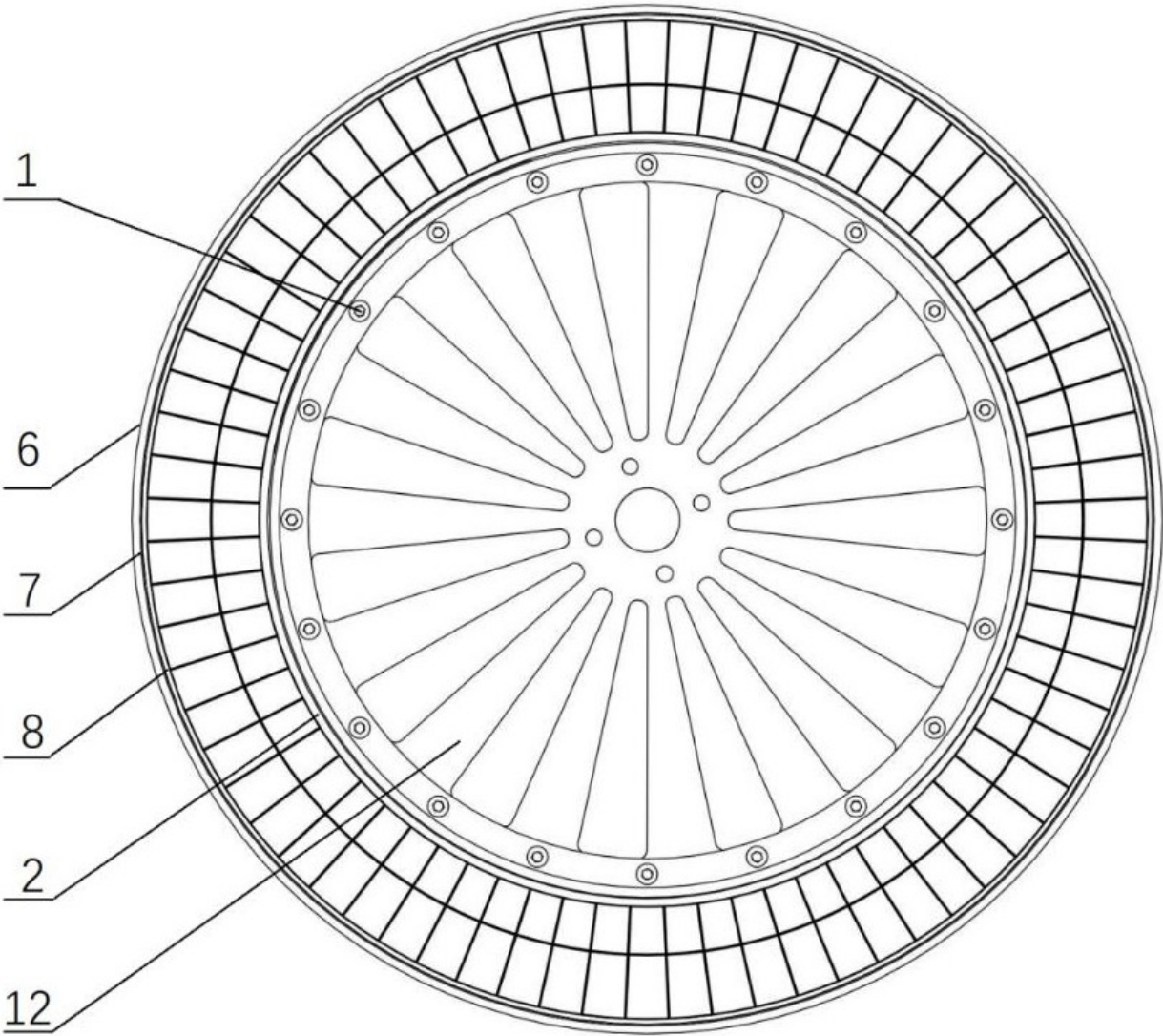


图 1

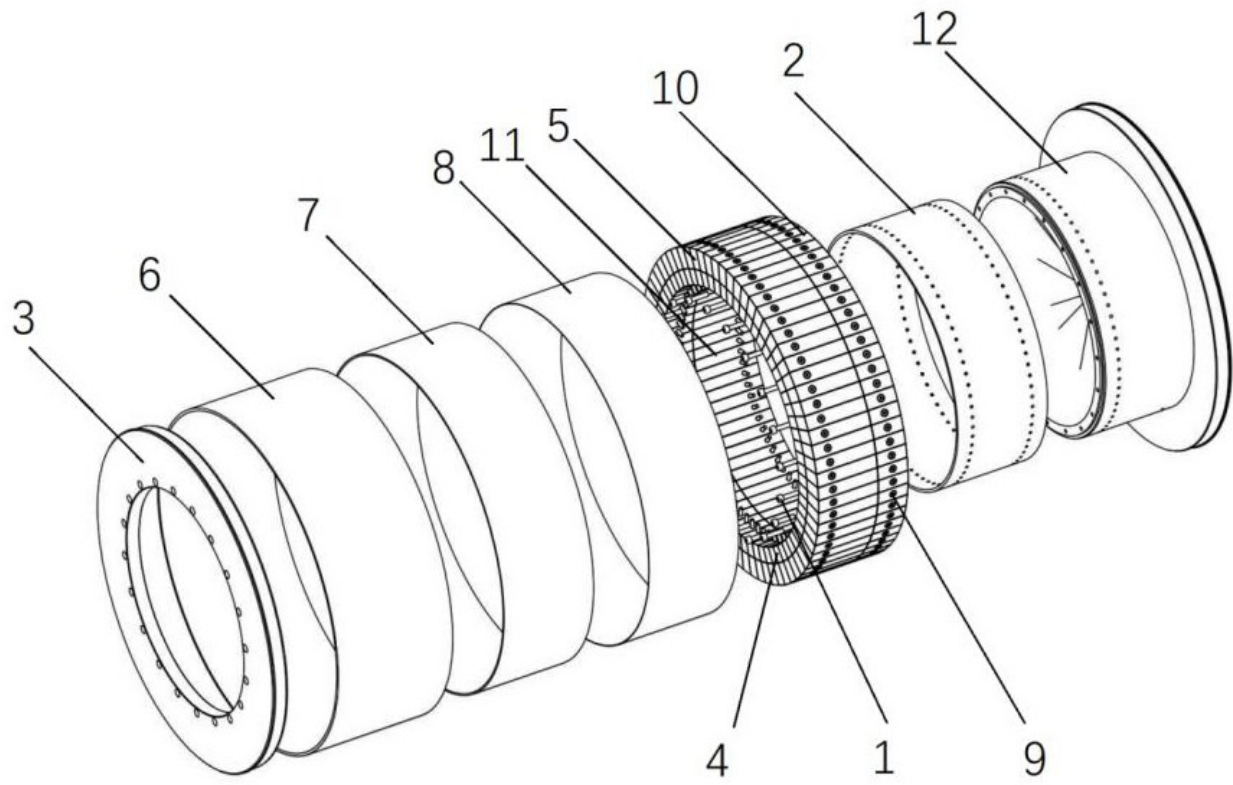


图 2



图 3

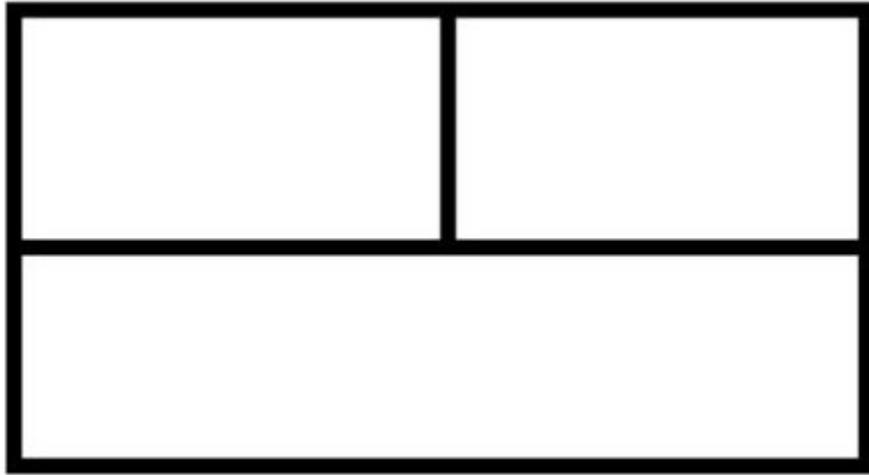


图 4

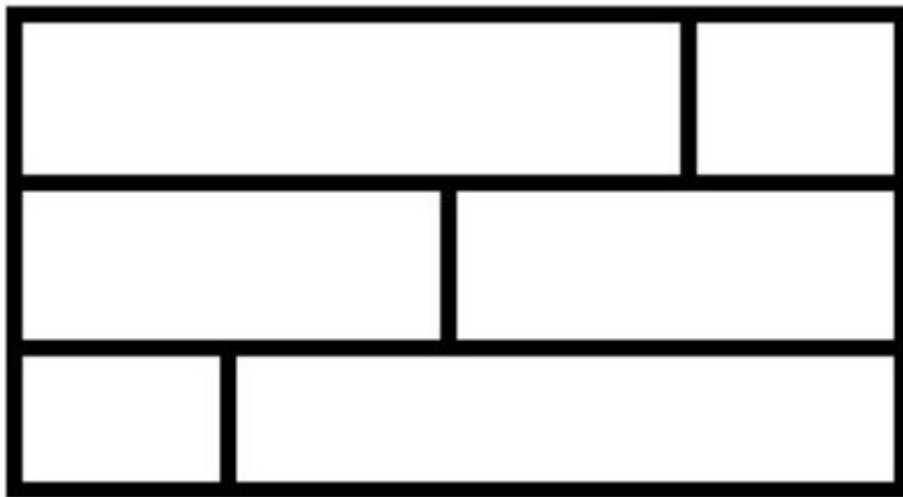


图 5

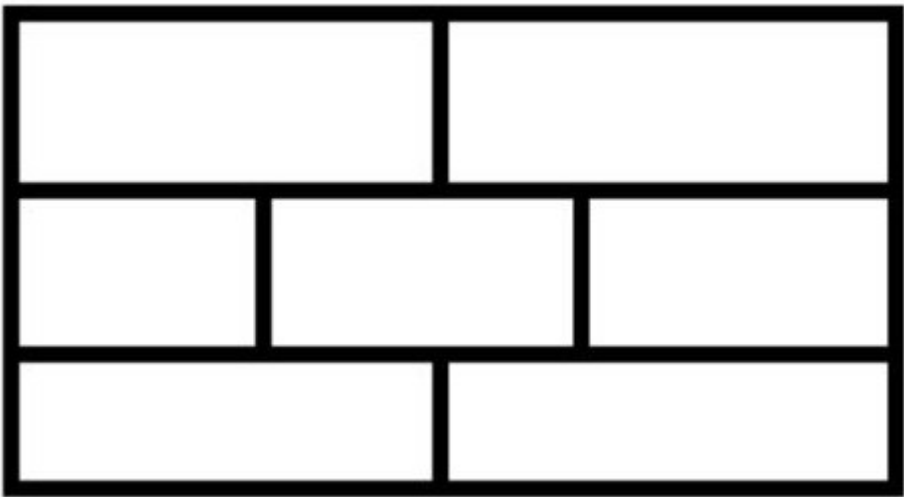


图 6

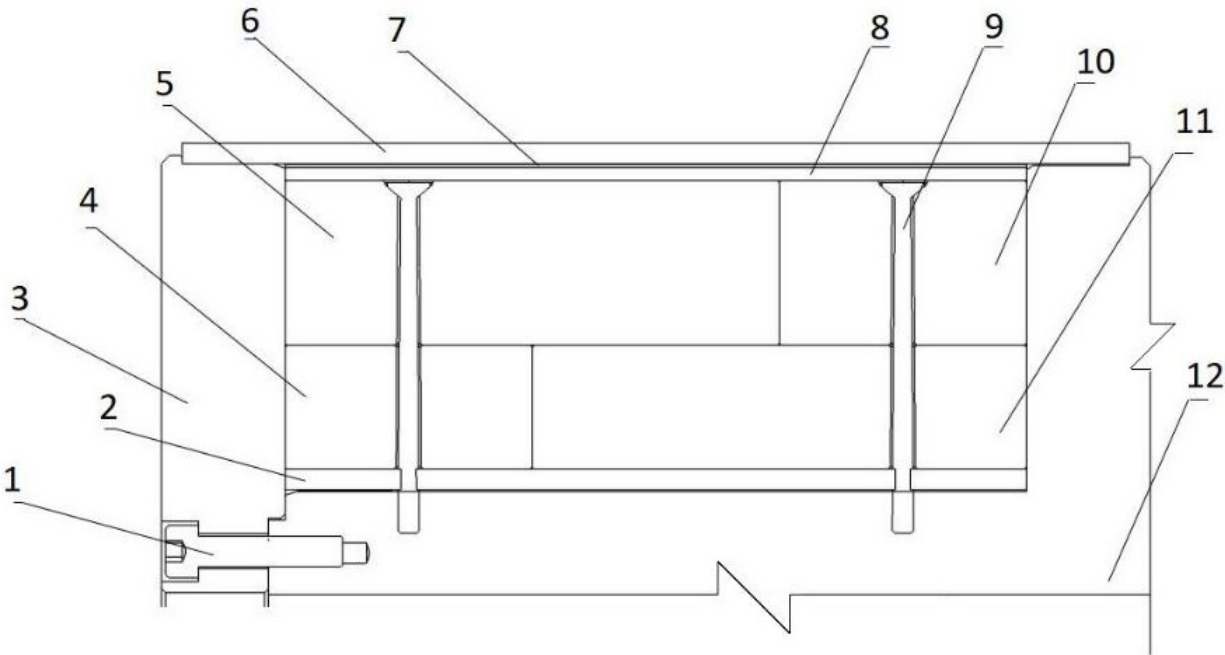


图 7

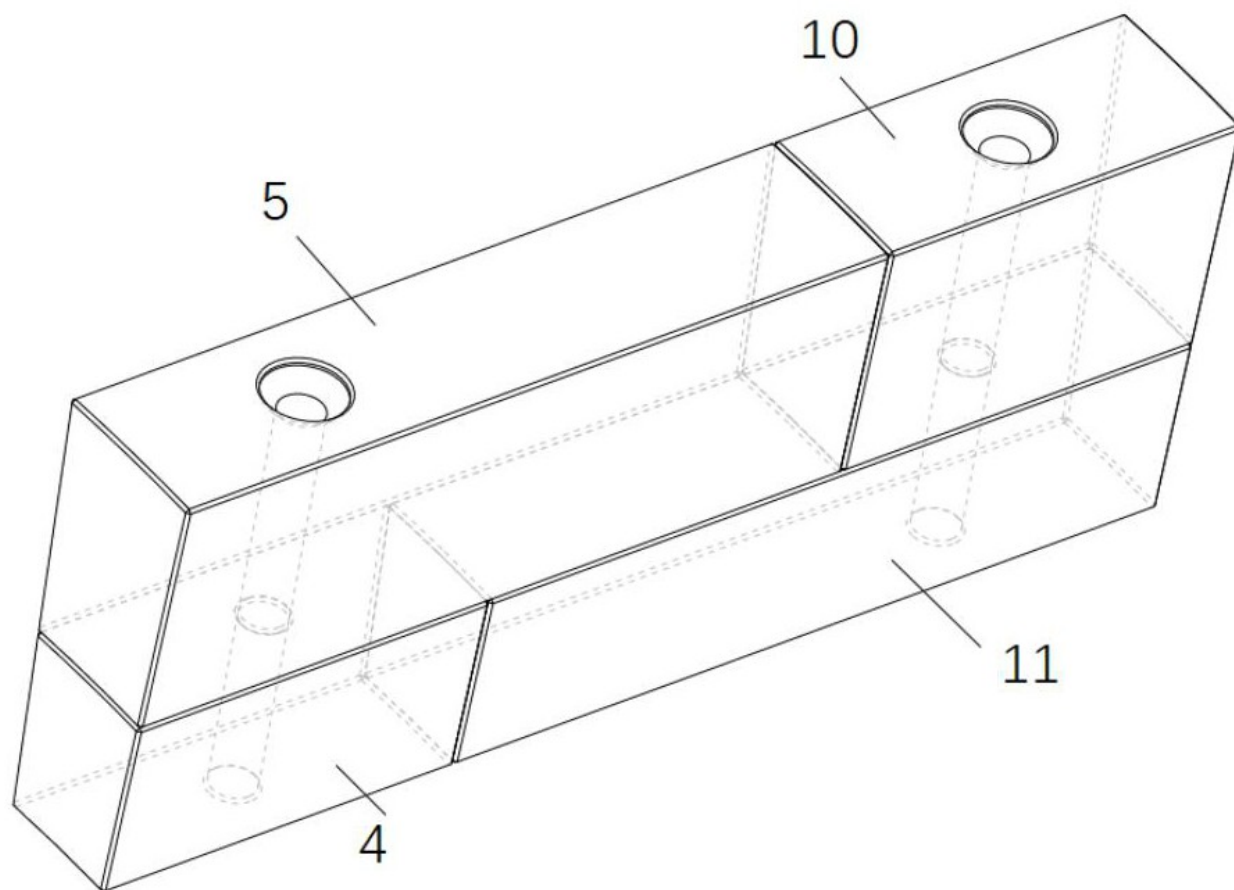


图 8