(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 118100580 B
(45)授权公告日 2024.07.23

(21)申请号 202410518985.0

(22)申请日 2024.04.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 118100580 A

(43)申请公布日 2024.05.28

(73)专利权人 比亚迪股份有限公司
地址 518118 广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号

(72)发明人 廉玉波 廖银生 朱宁 孙宪猛 张丰

(74)专利代理机构 北京知帆远景知识产权代理有限公司 11890
专利代理师 吴文婧

(51)Int.Cl.
H02K 41/02(2006.01)
H02K 5/04(2006.01)
H02K 5/20(2006.01)
H02K 11/21(2016.01)
H02K 5/22(2006.01)
B60G 13/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 115102361 A,2022.09.23
CN 117656734 A,2024.03.08

审查员 彭维娜

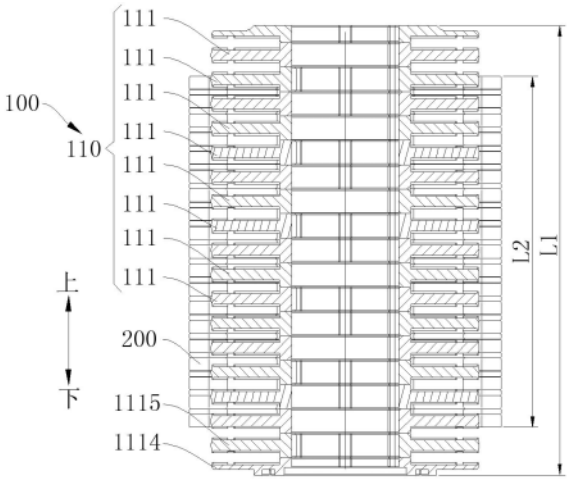
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

悬浮电机、悬架系统和车辆

(57)摘要

本发明公开了一种悬浮电机、悬架系统和车辆，所述悬浮电机包括：定子和动子，所述定子包括定子主体和第一励磁件，所述动子包括第二励磁件，所述第一励磁件与所述第二励磁件相互耦合以使所述动子相对所述定子可往复移动；在所述动子的移动方向上，所述动子和所述定子的延伸长度不同，所述动子和所述定子中较长的一个的延伸长度为L1，所述动子和所述定子的最大耦合长度为L2，所述悬浮电机满足：4/9≤L2/L1＜1。由此，通过将动子和定子的最大耦合长度与动子和定子中较长的一个的延伸长度的比值限定在上述范围，在悬浮电机的运动行程内，可以满足悬架系统对于悬浮电机的推力要求，且可以实现悬浮电机的轻量化设计，有利于节约成本。



CN 118100580 B

1.一种悬浮电机,其特征在于,包括:

定子(100),所述定子(100)包括定子主体(110)和第一励磁件;

动子(200),所述动子(200)包括第二励磁件,所述第一励磁件与所述第二励磁件相互耦合以使所述动子(200)相对所述定子(100)可往复移动;在所述动子(200)的移动方向上,所述动子(200)和所述定子(100)中较长的一个的延伸长度为L1,所述动子(200)和所述定子(100)的最大耦合长度为L2,所述悬浮电机满足:4/9≤L2/L1<1。

2.根据权利要求1所述的悬浮电机,其特征在于,满足:1/2≤L2/L1≤9/14。

3.根据权利要求1所述的悬浮电机,其特征在于,在所述动子(200)的移动方向上,所述动子(200)和所述定子(100)的耦合长度保持恒定,满足:4/9≤L2/L1<1/2。

4.根据权利要求1所述的悬浮电机,其特征在于,在所述动子(200)的移动方向上,所述动子(200)和所述定子(100)的耦合长度不断变化,满足:9/14<L2/L1<1。

5.根据权利要求1-4中任一项所述的悬浮电机,其特征在于,所述动子(200)外套于所述定子(100),所述第二励磁件包括位于所述定子(100)径向外侧的多个磁钢(210)。

6.根据权利要求5所述的悬浮电机,其特征在于,所述多个磁钢(210)包括径向充磁磁钢(211)和轴向充磁磁钢(212),多个所述径向充磁磁钢(211)和多个所述轴向充磁磁钢(212)沿轴向交错排布。

7.根据权利要求5所述的悬浮电机,其特征在于,所述定子主体(110)包括多个沿所述定子(100)的轴向依次层叠设置的铁芯(111),每个所述铁芯(111)均包括相连的轭部(1114)和齿部(1115),多个所述铁芯(111)的所述轭部(1114)堆叠设置,相邻两个所述齿部(1115)之间形成容纳所述第一励磁件的容纳槽(112)。

8.根据权利要求7所述的悬浮电机,其特征在于,至少一个所述齿部(1115)远离所述轭部(1114)的一侧端面与所述磁钢(210)之间的间隙距离是变化的。

9.根据权利要求8所述的悬浮电机,其特征在于,至少一个所述齿部(1115)远离所述轭部(1114)的一侧端面的至少部分形成为斜面或弧面。

10.根据权利要求8所述的悬浮电机,其特征在于,至少一个所述齿部(1115)远离所述轭部(1114)的一侧端面形成有第一切面(1111)和第二切面(1112),所述第一切面(1111)和所述第二切面(1112)在所述轴向排布设置;

在所述第一切面(1111)到所述第二切面(1112)的方向上,所述第一切面(1111)到所述轭部(1114)的距离与所述第二切面(1112)到所述轭部(1114)的距离,其中一个为逐渐增大,另一个为逐渐减小。

11.根据权利要求10所述的悬浮电机,其特征在于,在所述第一切面(1111)到所述第二切面(1112)的方向上,所述第一切面(1111)到所述轭部(1114)的距离逐渐增大,所述第二切面(1112)到所述轭部(1114)的距离逐渐减小。

12.根据权利要求10所述的悬浮电机,其特征在于,所述第一切面(1111)和所述第二切面(1112)至少部分形成为斜面或者弧面。

13.根据权利要求10所述的悬浮电机,其特征在于,在所述定子主体(110)的轴向上,所述第一切面(1111)和所述第二切面(1112)对称设置。

14.根据权利要求10所述的悬浮电机,其特征在于,位于所述定子(100)的轴向端部的所述铁芯(111)的所述第一切面(1111)和所述第二切面(1112)相交。

15.根据权利要求14所述的悬浮电机,其特征在于,除去位于轴向端部的铁芯(111)之外的其余所述铁芯(111)还包括中间连接面(1113),所述中间连接面(1113)的两端分别与所述第一切面(1111)和所述第二切面(1112)相连。

16.根据权利要求15所述的悬浮电机,其特征在于,所述第一切面(1111)和所述第二切面(1112)对称设置在所述中间连接面(1113)的两侧。

17.一种悬架系统,其特征在于,包括根据权利要求1-16中任一项所述的悬浮电机,所述定子(100)和动子(200)的其中一个与车轮端相连,另一个与车身端相连。

18.根据权利要求17所述的悬架系统,其特征在于,所述车轮端为多个,每个所述车轮端均对应设有所述悬浮电机。

19.一种车辆,其特征在于,包括根据权利要求17或18所述的悬架系统。

悬浮电机、悬架系统和车辆

技术领域

[0001] 本发明涉及电机领域,尤其是涉及一种悬浮电机、悬架系统和车辆。

背景技术

[0002] 直线电机因绕组利用率高、推力密度高等优势被广泛应用至车辆的悬架系统中。相关技术中,直线电机包括定子和动子,动子适于与定子耦合配合且相对定子可往复移动,从而使得直线电机可以用于对悬架系统进行减振,动子和定子的耦合长度与直线电机的推力息息相关,因此,动子和定子的尺寸将会影响直线电机的整体性能。

发明内容

[0003] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种悬浮电机,可以满足悬架系统的推力要求,且有利于轻量化设计,节约成本。

[0004] 根据本发明实施例的悬浮电机,包括:定子,所述定子包括定子主体和第一励磁件;动子,所述动子包括第二励磁件,所述第一励磁件与所述第二励磁件相互耦合以使所述动子相对所述定子可往复移动;在所述动子的移动方向上,所述动子和所述定子的延伸长度不同,所述动子和所述定子中较长的一个的延伸长度为L1,所述动子和所述定子的最大耦合长度为L2,所述悬浮电机满足:$4/9 \leqslant L2/L1 < 1$。

[0005] 根据本发明实施例的悬浮电机,通过将动子和定子的最大耦合长度与动子和定子中较长的一个的延伸长度的比值限定在上述范围,在悬浮电机的运动行程内,可以满足悬架系统对于悬浮电机的推力要求,且可以实现悬浮电机的轻量化设计,有利于节约成本,提高了悬浮电机的实用性。

[0006] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,满足:满足:$1/2 \leqslant L2/L1 \leqslant 9/14$。

[0007] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,在所述动子的移动方向上,所述动子和所述定子的耦合长度保持恒定,满足:$4/9 \leqslant L2/L1 < 1/2$。

[0008] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,在所述动子的移动方向上,所述动子和所述定子的耦合长度不断变化,满足:$9/14 < L2/L1 < 1$。

[0009] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,所述动子外套于所述定子,所述第二励磁件包括位于所述定子径向外侧的多个磁钢。

[0010] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,所述多个磁钢包括径向充磁磁钢和轴向充磁磁钢,多个所述径向充磁磁钢和多个所述轴向充磁磁钢沿轴向交错排布。

[0011] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,所述定子主体包括多个沿所述定子的轴向依次层叠设置的铁芯,每个所述铁芯均包括相连的轭部和齿部,多个所述铁芯的所述轭部堆叠设置,相邻两个所述齿部之间形成容纳所述第一励磁件的容纳槽。

[0012] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,至少一个所述齿部远离所述轭部的一侧端面与所述磁钢之间的间隙距离是变化的。

[0013] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,至少一个所述齿部远离所述轭部的一侧端面

的至少部分形成为斜面或弧面。

[0014] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,至少一个所述齿部远离所述轭部的一侧端面形成有第一切面和第二切面,所述第一切面和所述第二切面在所述轴向排布设置;在所述第一切面到所述第二切面的方向上,所述第一切面到所述轭部的距离与所述第二切面到所述轭部的距离,其中一个为逐渐增大,另一个为逐渐减小。

[0015] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,在所述第一切面到所述第二切面的方向上,所述第一切面到所述轭部的距离逐渐增大,所述第二切面到所述轭部的距离逐渐减小。

[0016] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,所述第一切面和所述第二切面至少部分形成为斜面或者弧面。

[0017] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,在所述定子主体的轴向上,所述第一切面和所述第二切面对称设置。

[0018] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,位于所述定子的轴向端部的所述铁芯的所述第一切面和所述第二切面相交。

[0019] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,除去位于轴向端部的铁芯之外的其余所述铁芯还包括中间连接面,所述中间连接面的两端分别与所述第一切面和所述第二切面相连。

[0020] 根据本发明一些实施例的悬浮电机,所述第一切面和所述第二切面对称设置在所述中间连接面的两侧。

[0021] 本发明还提出了一种悬架系统。

[0022] 根据本发明实施例的悬架系统,包括根据上述任一实施例所述的悬浮电机,所述定子和动子的其中一个与车轮端相连,另一个与车身端相连。

[0023] 根据本发明一些实施例的悬架系统,所述车轮端为多个,每个所述车轮端均对应设有所述悬浮电机。

[0024] 本发明又提出了一种车辆。

[0025] 根据本发明实施例的车辆,包括根据上述任一实施例所述的悬架系统。

[0026] 所述悬架系统、所述车辆和所述悬浮电机相较于现有技术具有的优势相同,在此不再赘述。

[0027] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0028] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0029] 图1为本发明实施例的悬浮电机的示意图;

[0030] 图2为本发明实施例的定子与动子的配合示意图;

[0031] 图3为本发明另一实施例的定子与动子的配合示意图;

[0032] 图4为图3中区域Ⅰ的放大图;

[0033] 图5为本发明又一实施例的定子与动子的配合示意图;

[0034] 图6为图5中区域Ⅱ的放大图;

[0035] 图7为图5中区域Ⅲ的放大图;

[0036] 图8为本发明再一实施例的定子与动子的配合示意图；

[0037] 图9为图8中区域Ⅳ的放大图。

[0038] 附图标记：

[0039] 1000、悬浮电机；

[0040] 100、定子；110、定子主体；111、铁芯；1111、第一切面；1112、第二切面；1113、中间连接面；1114、轭部；1115、齿部；1116、端部铁芯；1117、中间铁芯；112、容纳槽；120、定子绕组；121、绝缘骨架；122、绝缘件；

[0041] 200、动子；210、磁钢；211、径向充磁磁钢；2111、第一径向充磁磁钢；2112、第二径向充磁磁钢；212、轴向充磁磁钢；2121、第一轴向充磁磁钢；2122、第二轴向充磁磁钢；220、连接臂；300、支撑座。

具体实施方式

[0042] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0043] 下面，参考附图，描述根据本发明实施例的悬浮电机1000。

[0044] 如图1-图9所示，根据本发明实施例的悬浮电机1000，包括：定子100和动子200，定子100包括定子主体110和第一励磁件，动子200包括第二励磁件，第一励磁件与第二励磁件相互耦合以使动子200相对定子100可往复移动；在动子200的移动方向上，动子200和定子100的延伸长度不同，动子200和定子100中较长的一个的延伸长度为L1，动子200和定子100的最大耦合长度为L2，悬浮电机1000满足：$4/9 \leq L2/L1 < 1$。

[0045] 由此，可以满足悬架系统对于悬浮电机1000的推力要求，且可以实现悬浮电机1000的轻量化设计，有利于节约成本，提高了悬浮电机1000的实用性。

[0046] 首先，参照图1-图4所示，悬浮电机1000包括定子100和动子200，定子100包括定子主体110和第一励磁件，第一励磁件安装在定子主体110上，动子200包括第二励磁件，第一励磁件和第二励磁件的其中一个为绕组线圈，且另一个为磁钢210，第一励磁件用于与第二励磁件相互耦合，以使动子200相对定子100可往复移动。需要说明的是，悬浮电机1000可以为平板式悬浮电机，也可以为圆筒式悬浮电机。

[0047] 其中，在动子200的移动方向上，动子200和定子100的延伸长度不同，动子200和定子100中较长的一个的延伸长度为L1，动子200和定子100的最大耦合长度为L2，悬浮电机1000满足：$4/9 \leq L2/L1 < 1$。

[0048] 具体地，如图3所示，可以设置动子200的延伸长度大于定子100的延伸长度，动子200的延伸长度设为L1，定子100的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2。当定子100的延伸长度L2与动子200的延伸长度L1的比值满足上述关系式时，例如将定子100的延伸长度L2与动子200的延伸长度L1的比值取为17/36、5/7等，在悬浮电机1000的运动行程内，可以满足悬架系统对于悬浮电机1000的推力要求，且可以减少定子100的延伸尺寸，有利于实现悬浮电机1000的轻量化设计，节约成本。

[0049] 或者，如图2所示，可以设置定子100的延伸长度大于动子200的延伸长度，定子100的延伸长度设为L1，动子200的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2。当动子200的延伸

长度L2与定子100的延伸长度L1的比值满足上述关系式时,例如将动子200的延伸长度L2与定子100的延伸长度L1的比值取为17/36、5/7等,在悬浮电机1000的运动行程内,可以满足悬架系统对于悬浮电机1000的推力要求,且可以减少动子200的延伸尺寸,有利于实现悬浮电机1000的轻量化,节约成本。

[0050] 根据本发明实施例的悬浮电机1000,通过将动子200和定子100的最大耦合长度与动子200和定子100中较长的一个的延伸长度的比值限定在上述范围,在悬浮电机1000的运动行程内,可以满足悬架系统对于悬浮电机1000的推力要求,且可以实现悬浮电机1000的轻量化设计,有利于节约成本,提高了悬浮电机1000的实用性。

[0051] 进一步地,可以设置悬浮电机1000满足:1/2≤L2/L1≤9/14。具体地,如图3所示,可以设置动子200的延伸长度大于定子100的延伸长度,动子200的延伸长度设为L1,定子100的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2,此时,可以将定子100的延伸长度L2与动子200的延伸长度L1的比值取为1/2、4/7、9/14等;或者,如图2所示,可以设置定子100的延伸长度大于动子200的延伸长度,定子100的延伸长度设为L1,动子200的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2,此时,可以将动子200的延伸长度L2与定子100的延伸长度L1的比值取为1/2、4/7、9/14等。

[0052] 通过上述设置,使得悬浮电机1000可以根据悬架系统对推力的需求灵活地选择动子200和定子100之间的耦合形式,如当需要悬浮电机1000提供一定大小的恒定推力,可以保持动子200和定子100之间的耦合长度不变,以在整个运行期间获得较大的推力,而当需要满足常用工况下的推力需求时,在悬浮电机1000的行程的范围内,可以设置动子200和定子100之间的耦合长度不断变化,提高了悬浮电机1000的实用性。

[0053] 在本发明的一些实施例中,在动子200的移动方向上,动子200和定子100的耦合长度保持恒定,可以设置悬浮电机1000满足:4/9≤L2/L1<1/2。具体地,如图3所示,可以设置动子200的延伸长度大于定子100的延伸长度,动子200的延伸长度设为L1,定子100的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2,此时,可以将定子100的延伸长度L2与动子200的延伸长度L1的比值取为4/9、17/36等;或者,如图2所示,可以设置定子100的延伸长度大于动子200的延伸长度,定子100的延伸长度设为L1,动子200的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2,此时,可以将动子200的延伸长度L2与定子100的延伸长度L1的比值取为4/9、17/36等。

[0054] 通过上述设置,悬浮电机1000更易保持动子200和定子100之间的耦合长度不变,以使悬浮电机1000可以在较大运动形成内持续提供一定大小的恒定推力,进而在整个运行期间获得较大的推力,且利于实现悬浮电机1000的轻量化设计,提高了悬浮电机1000的实用性。

[0055] 在本发明的一些实施例中,在动子200的移动方向上,动子200和定子100的耦合长度不断变化,满足:9/14<L2/L1<1。具体地,如图3所示,可以设置动子200的延伸长度大于定子100的延伸长度,动子200的延伸长度设为L1,定子100的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2,此时,可以将定子100的延伸长度L2与动子200的延伸长度L1的比值取为5/7、11/14、6/7等;或者,如图2所示,可以设置定子100的延伸长度大于动子200的延伸长度,定子100的延伸长度设为L1,动子200的延伸长度与最大耦合长度相等且设为L2,此时,可以将动子200的延伸长度L2与定子100的延伸长度L1的比值取为5/7、11/14、6/7等。

[0056] 通过上述设置,在悬浮电机1000的行程的范围内,易于实现动子200和定子100之间的耦合长度的不断变化,从而满足了常用工况下的推力需求,且可以使悬浮电机1000所提供的推力更大,利于满足大推力需求,提高了悬浮电机1000的实用性。

[0057] 在一些实施例中,动子200外套于定子100,第二励磁件包括位于定子100径向外侧的多个磁钢210。例如,参照图5-图6所示,动子200构造为套筒状,以使动子200可以外套于定子100,第二励磁件包括多个磁钢210,多个磁钢210沿动子200的轴向顺序排布,磁钢210构造为环形,磁钢210用于套设在定子100径向外侧,且第一励磁件为定子绕组120,定子绕组120与磁钢210相互耦合。

[0058] 通过上述设置,可以实现外动子-内定子的布置方式,使得悬浮电机1000的气隙直径较大,推力更大,且可以使悬浮电机1000的结构相对闭合,提高了密封性,消除了单边磁拉力。

[0059] 当然,在其他的一些实施例中,也可将定子100套设在动子200的外周,该示例图中未示出。

[0060] 在一些实施例中,定子100与动子200之间设有导向杆,以便于利用导向杆引导动子200的移动方向,避免动子200在移动过程中发生偏移,从而确保动子200能够沿既定方向进行移动,保证动子200移动的准确性,这样在一定程度上可保证定子100与动子200在相互运动过程中两者的相对轴向距离保持不变,以此使得车轮能够沿既定方向进行移动,保证车辆行驶时的平稳性,也可以理解为是保证悬浮电机1000的工作性能。

[0061] 需要说明的是,当动子200套设在定子100的外周时,导向杆的一端伸入动子200并连接定子100,导向杆的另一端通过动子200伸出并连接支撑座300(支撑座300的具体结构可参见图1),支撑座300适于安装至车辆。以实现将定子100安装至车辆,从而实现悬浮电机1000与车辆的配合连接,便于利用悬浮电机1000缓冲车辆在行驶过程中来自路面的冲击,提升车辆的平顺性,从而保证车辆的舒适性,提升用户使用体验。

[0062] 在一些实施例中,多个磁钢210包括径向充磁磁钢211和轴向充磁磁钢212,多个径向充磁磁钢211和多个轴向充磁磁钢212沿轴向交错排布。

[0063] 例如,参照图5-图7所示,多个磁钢210包括径向充磁磁钢211和轴向充磁磁钢212,多个径向充磁磁钢211和多个轴向充磁磁钢212沿轴向交错排布,径向充磁磁钢211形成有沿径向分布的磁场,轴向充磁磁钢212形成有沿轴向分布的磁场,径向充磁磁钢211的磁场和轴向充磁磁钢212的磁场相互垂直,以使得多个磁钢210可以形成为海尔贝克阵列(halbach)排布,从而增强动子200内侧的磁场强度。

[0064] 在实际的布置中,可以将径向充磁磁钢211沿动子200的轴向的尺寸设为H1,将轴向充磁磁钢212沿动子200的轴向的尺寸设为H2,满足如下关系式:$0.65 \leq H1/(H1+H2) \leq 0.85$。这样,可以实现形成合适的极弧系数,以在实现增加悬浮电机1000的电磁推力的同时,还可尽可能减小悬浮电机1000在工作时的推力波动,从而保证悬浮电机1000的工作性能。

[0065] 优选地,可以设置$H1/(H1+H2)=0.7$,此时,电磁推力接近达到最大值,推力波动接近达到最小值。

[0066] 通过上述设置,在磁钢210的用量相同时,动子200内侧的磁场更强,气隙磁密波形有更好的正弦性分布,谐波含量减少,磁钢210的利用率较高,且无需导磁背铁(即磁轭)去

导磁。

[0067] 可选地,如图6-图7所示,径向充磁磁钢211包括第一径向充磁磁钢2111和第二径向充磁磁钢2112,轴向充磁磁钢212包括第一轴向充磁磁钢2121和第二轴向充磁磁钢2122,第一径向充磁磁钢2111和第二径向充磁磁钢2112为径向充磁但充磁方向相反,第一轴向充磁磁钢2121和第二轴向充磁磁钢2122为轴向充磁但充磁方向相反,将第一径向充磁磁钢2111、第一轴向充磁磁钢2121、第二径向充磁磁钢2112和第二轴向充磁磁钢2122设置成沿动子200的移动方向依次排布后,可使得多个磁钢210能够沿动子200的移动方向呈海尔贝克(halbach)阵列排布,以保证悬浮电机1000的工作性能。

[0068] 需要说明的是,因本发明通过设置多个磁钢210的阵列排布来增加磁场,这样即可将悬浮电机1000的外壳设置成选用铝合金材料制成,以降低外壳的制造成本,并实现悬浮电机1000的轻量化。

[0069] 在一些实施例中,定子100包括多个沿轴向堆叠设置的铁芯111,相邻的铁芯111之间形成有用于放置第一励磁件的容纳槽112。例如,参照图3-图4所示,定子100包括定子主体110,定子主体110包括多个铁芯111,多个铁芯111沿定子100的轴向堆叠设置,相邻的铁芯111之间形成有环状的容纳槽112,容纳槽112适于沿定子100的径向朝外敞开,容纳槽112用于放置第一励磁件,以使多个第一励磁件可以沿定子100的轴向间隔开布置,其中第一励磁件可以为图6所示的定子绕组120。需要说明的是,铁芯111可以由多个叠片叠加形成,也可以为一体成型,本发明对此不做限制。

[0070] 具体地,多个铁芯111包括两个端部铁芯1116和若干个中间铁芯1117,端部铁芯1116、若干个中间铁芯1117和另一端部铁芯1116依次堆叠,端部铁芯1116与中间铁芯1117之间形成有容纳槽112,且相邻两个中间铁芯1117之间形成有容纳槽112。

[0071] 可以理解的是,多个铁芯111相互独立,以使得定子主体110整体可拼装而成,从而降低定子主体110的成型难度,并可降低定子绕组120的安装难度。

[0072] 在一些实施例中,端部铁芯1116与中间铁芯1117之间以及相邻两个中间铁芯1117之间固定连接,以使得定子主体110整体可拼装而成。

[0073] 需要说明的是,这里所说的固定连接可以是焊接、粘接等不可拆卸连接,也可以是螺栓连接、卡接等可拆卸连接,本发明不做具体限制。

[0074] 在一些实施例中,结合图5和图6所示,容纳槽112的槽壁设有绝缘骨架121,绝缘骨架121位于铁芯111与定子绕组120之间,绝缘骨架121用于实现铁芯111与定子绕组120的绝缘配合,从而在一定程度上避免铁芯111与定子绕组120接触,以保证定子绕组120的工作性能。

[0075] 可选地,结合图5和图6所示,容纳槽112内设置有双层饼式绕组,双层饼式绕组之间通过绝缘件122绝缘配合,以保证定子绕组120的工作性能。

[0076] 可选地,定子绕组120为饼式绕组。也就是说,定子绕组120形成为饼式结构,这样没有端部绕组,可以提高定子绕组120的利用率。

[0077] 在具体的示例中,饼式绕组先行绕制成型,然后再嵌套在定子主体110的容纳槽112内,以实现在定子100上设置定子绕组120,以保证定子100的工作性能。定子绕组120形成为饼式结构,无须设置端部绕组,利于提高定子绕组120的利用率。

[0078] 可选地,定子100还包括绝缘结构,绝缘结构设于容纳槽112的内周壁上且用于将

定子绕组120与铁芯111绝缘隔开,绝缘结构可以为绝缘涂层,也可以为陶瓷片等,本发明对此不做限制。

[0079] 在一些实施例中,如图3-图4所示,定子100包括多个沿定子100的轴向依次层叠设置的铁芯111,每个铁芯111均包括相连的轭部1114和齿部1115,多个铁芯111的轭部1114堆叠设置,相邻两个齿部1115之间形成容纳第一励磁件的容纳槽112,至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面与磁钢210之间的间隙距离是变化的

[0080] 其中,这里所说的定子100的轴向可以理解为是图2中所示出的上下方向,也就是悬浮电机1000的动子200的移动方向,也就是说,多个齿部1115在定子主体110的上下方向上间隔设置,这样可使得在动子200的移动过程中,定子主体110能够始终与动子200配合,使得动子200能够有效相对于定子100发生相对移动,保证悬浮电机1000的工作性能。

[0081] 同时,通过将至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面与磁钢210之间的间隙距离设置成是变化的,可使得悬浮电机1000的定子100与动子200之间的间隙是变化的,这样可实现调整定子主体110对电磁的阻力,并使得定子主体110对电磁的阻力是变化的,有利于减少磁阻的突变,从而达到减小齿槽力和/或端部力的目的,实现减小悬浮电机1000的推力波动,进而在一定程度上避免悬浮电机1000在运行时产生振动、噪声以及共振等,从而保证悬浮电机1000的工作性能。

[0082] 其中,当位于定子主体110的轴向端部的齿部1115远离轭部1114的一侧端面与磁钢210之间的间隙距离是变化的时,可实现减小端部力;当除去位于定子主体110的轴向端部的其他齿部1115远离轭部1114的一侧端面与磁钢210之间的间隙距离是变化的时,可实现减小齿槽力,从而达到减小悬浮电机1000推力波动的目的。由此,可以提高悬浮电机1000的整体性能。

[0083] 此外,通过将容纳槽112形成在相邻两个齿部1115之间,可实现将定子绕组120设在相邻两个齿部1115之间,以便于利用相邻两个齿部1115配合支撑定子绕组120,提高定子绕组120的位置稳定性,保证定子绕组120的工作性能,同时还可降低容纳槽112的成型难度,以此降低定子绕组120的安装难度。

[0084] 在一些实施例中,结合图3和图4所示,齿部1115与轭部1114相连形成铁芯111,以保证铁芯111的结构稳定性,进而提升定子100的工作性能。

[0085] 其中,这里所说的相连可以是通过粘接相连、焊接相连或齿部1115与轭部1114形成为一体件。

[0086] 需要说明的是,轭部1114主要形成为连接齿部1115磁通的通路,以便于在定子100的定子绕组120的外周形成磁力线,从而便于实现定子100和动子200的耦合配合,保证悬浮电机1000的工作性能。

[0087] 在一些实施例中,结合图3和图4所示,至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面的至少部分形成为斜面或弧面。这里是指,至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面可以全部形成为斜面或弧面,也可以是一部分形成为斜面或弧面,以使得至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面与磁钢210之间的间隙距离是变化的,从而实现调整定子主体110对电磁的阻力,并使得定子主体110对电磁的阻力是变化的,有利于减少磁阻的突变,从而达到减小齿槽力和/或端部力的目的,实现减小悬浮电机1000的推力波动,进而在一定程度上避免悬浮电机1000在运行时产生振动、噪声以及共振等,从而保证悬浮电机1000的

工作性能。

[0088] 其中,当至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面的一部分形成为斜面或弧面,该齿部1115远离轭部1114的一侧端面的其余部分可形成为平行于动子200移动方向的平面、波浪面或不规则面等。

[0089] 此外,当至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面全部形成为斜面或弧面时,该端面也可由多个延伸方向不同的斜面或多个弯曲方向不同的弧面组成。

[0090] 在一些实施例中,结合图3和图4所示,至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面形成有第一切面1111和第二切面1112,第一切面1111和第二切面1112在轴向排布设置。

[0091] 也就是说,至少一个齿部1115远离轭部1114的一侧端面上形成的第一切面1111和第二切面1112在定子主体110的上下方向上间隔设置,这样可使得第一切面1111和第二切面1112均正对悬浮电机1000的动子200设置,也就是实现在定子主体110正对动子200的端面上设置第一切面1111和第二切面1112,从而便于利用第一切面1111和第二切面1112调整定子主体110与动子200之间的间隙。

[0092] 结合图3-图4所示,在第一切面1111到第二切面1112的方向上,第一切面1111到轭部1114的距离与第二切面1112到轭部1114的距离,其中一个为逐渐增大,另一个为逐渐减小。

[0093] 需要说明的是,因第一切面1111和第二切面1112沿定子主体110的轴向排布设置,因此,这里所说的在第一切面1111到第二切面1112的方向上也可理解为是沿定子主体110的轴向且从第一切面1111到第二切面1112的方向上,也就是说,在定子主体110的轴向且从第一切面1111到第二切面1112的方向上,当第一切面1111到轭部1114的距离逐渐增大时,第二切面1112到轭部1114的距离逐渐减小;当第一切面1111到轭部1114的距离逐渐减小时,第二切面1112到轭部1114的距离逐渐增大,相比于将第一切面1111和第二切面1112均设置成到轭部1114的距离逐渐减小或逐渐增大而言,可有效保证定子100与动子200之间具有一定间隙,在一定程度上避免因间隙增大而导致峰值推力减小,从而在一定程度上避免磁阻增大,保证悬浮电机1000的电磁推力;同时,还可利用第一切面1111和第二切面1112配合使得定子主体110正对动子200的周壁与动子200之间的距离是变化的,也就是使得定子100与动子200之间的间隙是变化的,这样可实现调整定子主体110对电磁的阻力,并使得定子主体110对电磁的阻力是变化的,有利于减少磁阻的突变,从而达到减小齿槽力和/或端部力的目的,实现减小悬浮电机1000的推力波动,进而在一定程度上避免悬浮电机1000在运行时产生振动、噪声以及共振等,从而保证悬浮电机1000的工作性能。

[0094] 其中,当第一切面1111和第二切面1112设置在位于定子主体110的轴向端部的铁芯111(即端部铁芯1116)上时,可利用第一切面1111和第二切面1112配合减小端部力;当第一切面1111和第二切面1112设置在除去位于轴向端部的铁芯111之外的其余铁芯111(即中间铁芯1117)上时,可利用第一切面1111和第二切面1112配合减小齿槽力,从而达到减小悬浮电机1000推力波动的目的,从而保证悬浮电机1000的工作性能。

[0095] 在一些实施例中,结合图3和图4所示,第一切面1111的靠近轭部1114的一端和第二切面1112的靠近轭部1114的一端分别位于齿部1115的轴向端面。这里是指,第一切面1111和第二切面1112分别具有远离轭部1114的一端和靠近轭部1114的一端,通过将第一切面1111和第二切面1112设置成在定子100的轴向排布设置且将第一切面1111和第二切面

1112靠近轭部1114的一端设置成分别位于齿部1115的轴向端面,可实现将第一切面1111和第二切面1112形成在齿部1115正对动子200的周壁与齿部1115的轴向端面之间,以便于利用齿部1115改变定子主体110的周壁与动子200之间的距离,使得定子主体110正对动子200的周壁与动子200之间的距离是变化的,有利于调整定子主体110对电磁的阻力。

[0096] 在一些实施例中,如图4所示,在第一切面1111到第二切面1112的方向上,第一切面1111到轭部1114的距离逐渐增大,第二切面1112到轭部1114的距离逐渐减小,从而使得定子主体110正对动子200的周壁与动子200之间的距离是变化的,以实现调整定子主体110对电磁的阻力,并使得定子主体110对电磁的阻力是变化的,有利于减少磁阻的突变,从而达到减小齿槽力和/或端部力的目的,实现减小悬浮电机1000的推力波动,进而在一定程度上避免悬浮电机1000在运行时产生振动、噪声以及共振等,从而保证悬浮电机1000的工作性能,同时还可在一定程度上避免定子100与动子200之间的间隙过大,进而在一定程度上避免因间隙增大而导致峰值推力减小以及磁阻增大,保证悬浮电机1000的电磁推力。

[0097] 在一些实施例中,如图4所示,第一切面1111和第二切面1112分别形成为斜面。这样在确保利用第一切面1111和第二切面1112配合能够调整定子100与动子200的间隙的同时,还可降低第一切面1111和第二切面1112的成型难度,从而便于减少悬浮电机1000在运行时的磁阻突变,达到减小齿槽力和/或端部力的目的,以保证悬浮电机1000的工作性能。

[0098] 当然,在其他的一些实施例中,第一切面1111和第二切面1112也可分别形成为弧面;或,第一切面1111和第二切面1112中的一个形成为斜面,另一个形成为弧面,本发明不做具体限制,只要确保利用第一切面1111和第二切面1112能够调整定子100与动子200的间隙,使得定子100与动子200的间隙能够发生变化即可。

[0099] 在另一些实施例中,第一切面1111和第二切面1112的至少部分也可形成为波浪面;或,第一切面1111和/或第二切面1112形成为斜面、弧面、波浪面以及不规则面的至少两种的组合。

[0100] 在一些实施例中,如图4所示,在定子主体110的轴向上,第一切面1111和第二切面1112对称设置,以使得第一切面1111和第二切面1112能够有效在定子100的上下方向上排布设置,从而使得第一切面1111和第二切面1112均能正对动子200,便于利用第一切面1111和第二切面1112调整定子主体110与动子200之间的间隙。

[0101] 当然,在其他的一些实施例中,在定子主体110的轴向上,第一切面1111和第二切面1112也可形成为非对称设置。

[0102] 在一些实施例中,如图4所示,位于定子100的轴向端部的铁芯111的第一切面1111和第二切面1112相交。这里是指,位于定子100的轴向端部的铁芯111的外周壁上设有第一切面1111和第二切面1112,且该铁芯111上的第一切面1111靠近动子200的一端和第二切面1112靠近动子200的一端相交,可降低第一切面1111和第二切面1112的成型难度,同时还可使得第一切面1111和第二切面1112能够分别相对于动子200倾斜延伸,便于利用第一切面1111和第二切面1112改变定子100与动子200的间隙,并使得在定子100的轴向上间隙能够逐渐发生变化,从而使得铁芯111对电磁产生的阻力能够逐渐变化,达到减小端部力的目的,实现减小悬浮电机1000的推力波动,保证悬浮电机1000的工作性能。

[0103] 其中,这里所说的位于定子100的轴向端部的铁芯111可以理解为是上文中的端部铁芯1116,也就是说,端部铁芯1116上的第一切面1111的靠近动子200的一端和第二切面

1112的靠近动子200的一端相交,以降低端部铁芯1116的成型难度,并达到减小端部力的目的。

[0104] 在一些实施例中,如图4所示,除去位于轴向端部的铁芯111之外的其余铁芯111还包括中间连接面1113,中间连接面1113的两端分别与第一切面1111和第二切面1112相连。这里也可以理解为,当中间铁芯1117的外周壁上设有第一切面1111和第二切面1112,中间铁芯1117的外周壁上还需要形成有中间连接面1113,中间连接面1113的两端分别与第一切面1111和第二切面1112相连,因中间铁芯1117的数量较多,这样可在一定程度上避免因在中间铁芯1117上设置第一切面1111和第二切面1112而增加定子100与动子200之间的间隙。

[0105] 也就是说,通过在中间铁芯1117的外周壁上设置中间连接面1113,可利用中间连接面1113保证定子100与动子200之间的间隙,这样可在一定程度上避免因间隙增大而导致峰值推力减小,从而在一定程度上避免磁阻增大,保证悬浮电机1000的电磁推力,以此保证悬浮电机1000的工作性能。

[0106] 同时,通过在中间铁芯1117的外周壁上设置第一切面1111和第二切面1112,可达到减小齿槽力的目的,从而实现减小悬浮电机1000的推力波动。

[0107] 在具体的示例中,当中间铁芯1117成型后,可在中间铁芯1117的轴向端面与中间铁芯1117正对动子200的周壁的连接处加工切角,且将中间铁芯1117上的两个切角加工成在定子100的轴向上间隔排布设置,这样实现在中间铁芯1117正对动子200的周壁上设置第一切面1111和第二切面1112的同时,还可使得第一切面1111和第二切面1112之间连接有中间连接面1113,以降低中间连接面1113的成型难度,并保证定子100与动子200之间的间隙。

[0108] 当然,在其他的一些实施例中,位于定子100的轴向端部的铁芯111的第一切面1111的靠近动子200的一端和第二切面1112的靠近动子200的一端也可通过中间连接面1113相连,也就是说,端部铁芯1116的外周壁上也可设置中间连接面1113,以保证端部铁芯1116与动子200之间的间隙。

[0109] 需要说明的是,因端部铁芯1116的数量较少,因此,即使端部铁芯1116与动子200的间隙较大,也不会过多影响峰值推力,因此,为了降低端部铁芯1116的成型难度,提高成型效率,可不在端部铁芯1116的周壁上设置中间连接面1113。

[0110] 综上,本发明同时在端部铁芯1116和中间铁芯1117的外周壁上设置第一切面1111和第二切面1112,以达到减小端部力和齿槽力的目的,从而实现减小磁阻力,在一定程度上避免悬浮电机1000的推力波动,从而保证悬浮电机1000的工作性能。

[0111] 还需要说明的是,当铁芯111采用10号钢制成时,此时涡流损耗对磁场分布的影响较大,可采用同时在端部铁芯1116和中间铁芯1117的外周壁上设置第一切面1111和第二切面1112的方案来减小磁阻力,从而减小推力波动。

[0112] 在一些实施例中,如图4所示,第一切面1111和第二切面1112对称设置在中间连接面1113的两侧。以实现将第一切面1111和第二切面1112在定子100的上下方向上排布设置,从而使得第一切面1111和第二切面1112均能正对动子200,便于利用第一切面1111和第二切面1112调整定子主体110与动子200之间的间隙。

[0113] 当然,在其他的一些实施例中,在定子主体110的轴向上,第一切面1111和第二切面1112也可在中间连接面1113的两侧形成为非对称设置。

[0114] 在一些实施例中,当定子主体110采用钴铁类的软磁合金制成时,此时铁损对磁场

分布的影响非常小,可无需在中间铁芯1117的正对动子200的周壁上设置第一切面1111和第二切面1112,只在端部铁芯1116的正对动子200的周壁上设置第一切面1111和第二切面1112即可(结合图8和图9所示),以实现简化定子主体110的结构,降低定子主体110的成型难度。

[0115] 本发明还提出了一种悬架系统。

[0116] 根据本发明实施例的悬架系统,包括根据上述任一实施例的悬浮电机1000。其中,动子200和定子100的一个与车轮端连接,且另一个与车身端连接。

[0117] 根据本发明实施例的悬架系统,通过将动子200和定子100的最大耦合长度与动子200和定子100中较长的一个的延伸长度的比值限定在上述范围,在悬浮电机1000的运动行程内,可以满足悬架系统对于悬浮电机1000的推力要求,且可以实现悬浮电机1000的轻量化设计,有利于节约成本,提高了悬浮电机1000的实用性,提升了悬架系统的整体性能。

[0118] 在一些实施例中,定子100适于与车辆的车身端相连,动子200适于与车辆的车轮端相连,车轮在相对于车身上下移动的过程中,动子200相对于定子100移动,以缓冲路面传递的冲击,同时可隔离路面、轮胎输入的噪音,以保证车辆的舒适性。

[0119] 可选地,如图1所示,动子200上设有连接臂220,动子200通过连接臂220与车辆的车轮端相连,定子100通过支撑座300与车辆的车身端相连,从而实现将悬浮电机1000设于车辆,以便于利用悬浮电机1000提升车辆的舒适性。

[0120] 当然,在其他的一些实施例中,还可以是定子100与车辆的车轮端相连,动子200与车辆的车身端相连,本发明不做具体限制。

[0121] 在本发明的一些实施例中,车轮端为多个,每个车轮端均对应设有悬浮电机1000。这样,在车辆行驶过程中,每个车轮端在相对于车身端相对移动时均可利用悬浮电机1000来缓冲路面传递的冲击,同时可以隔离路面、轮胎输入的噪音,在一定程度上保证车辆的舒适度,提升驾乘体验。

[0122] 本发明又提出了一种车辆。

[0123] 根据本发明实施例的车辆,包括根据上述任一实施例的悬架系统。

[0124] 根据本发明实施例的车辆,通过将动子200和定子100的最大耦合长度与动子200和定子100中较长的一个的延伸长度的比值限定在上述范围,在悬浮电机1000的运动行程内,可以满足悬架系统对于悬浮电机1000的推力要求,且可以实现悬浮电机1000的轻量化设计,有利于节约成本,提高了悬浮电机1000的实用性,提升了悬架系统的整体性能,有利于保证车辆的驾乘体验。

[0125] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0126] 在本发明的描述中,“第一特征”、“第二特征”可以包括一个或者更多个该特征。

[0127] 在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0128] 在本发明的描述中,第一特征在第二特征“之上”或“之下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接

触。

[0129] 在本发明的描述中,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。

[0130] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0131] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

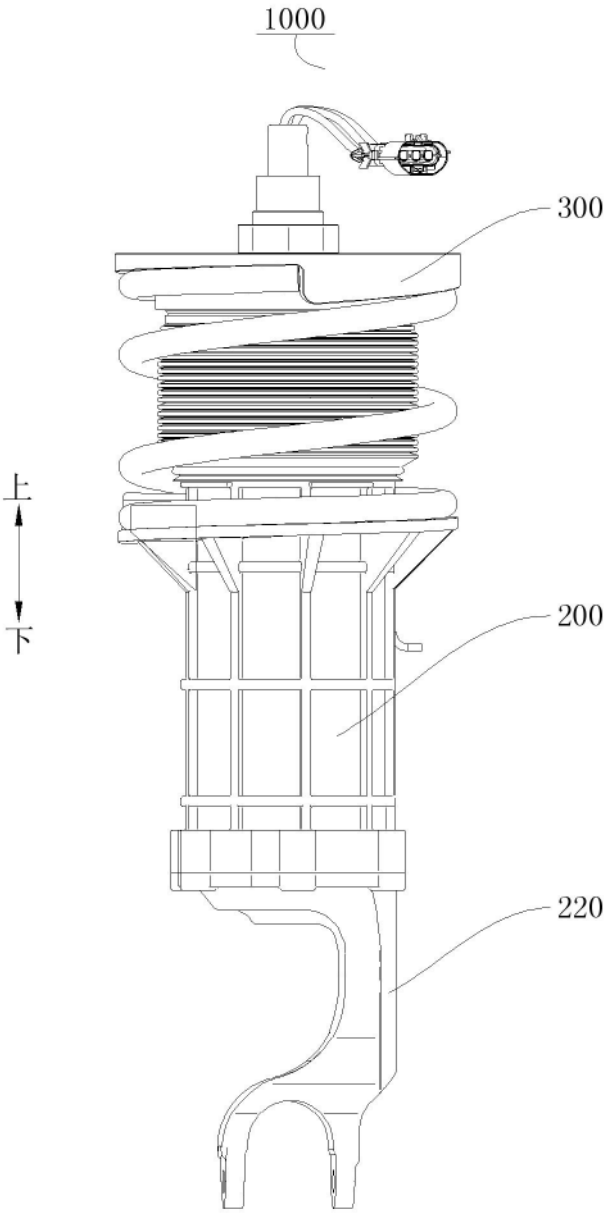


图1

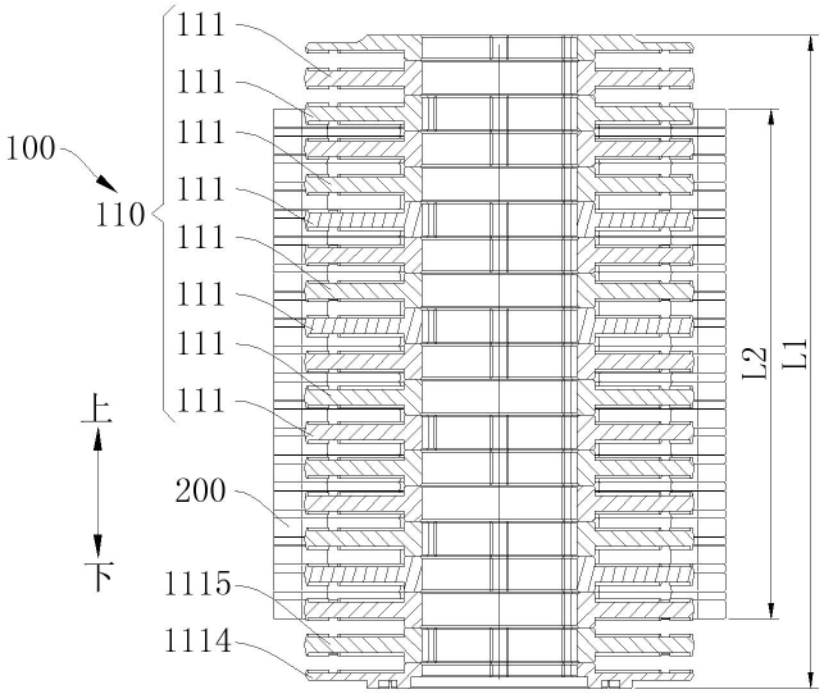


图2

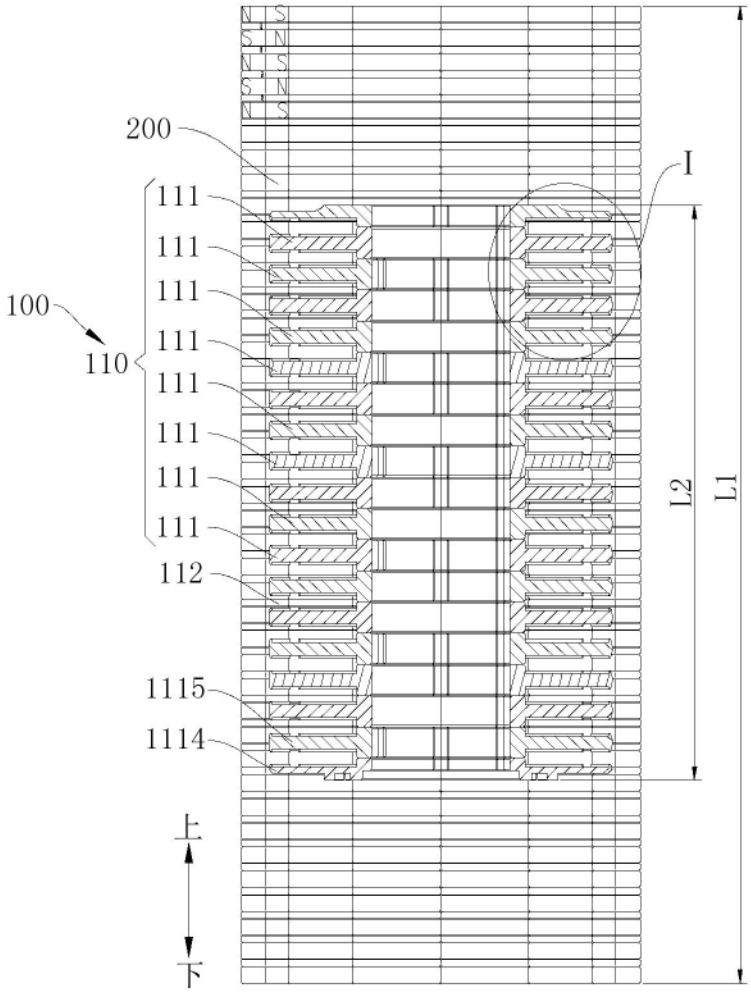

200
I
111
111
111
100
111
110
111
111
111
111
112
1115
1114
上
下
L2
L1

图3

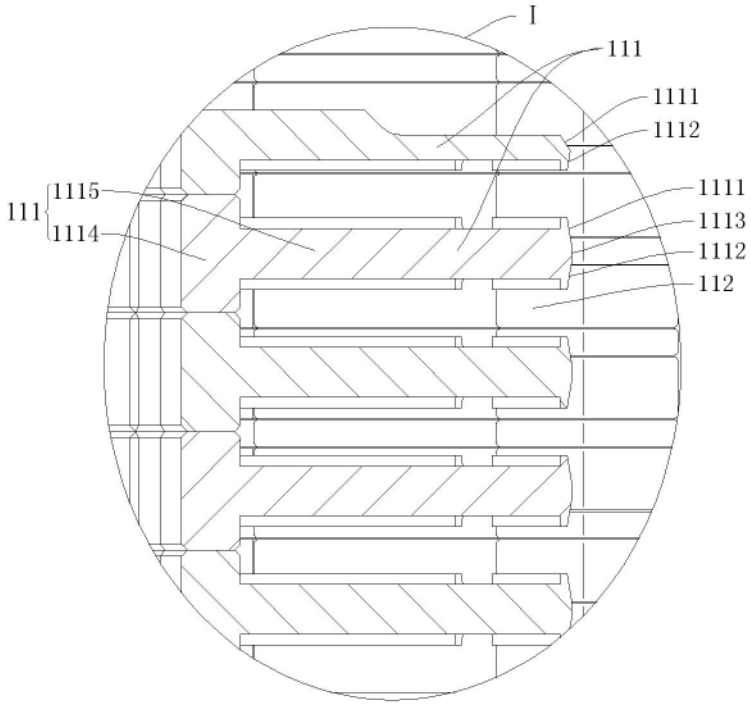

I
111
1111
1112
111
1115
1114
1111
1113
1112
112

图4

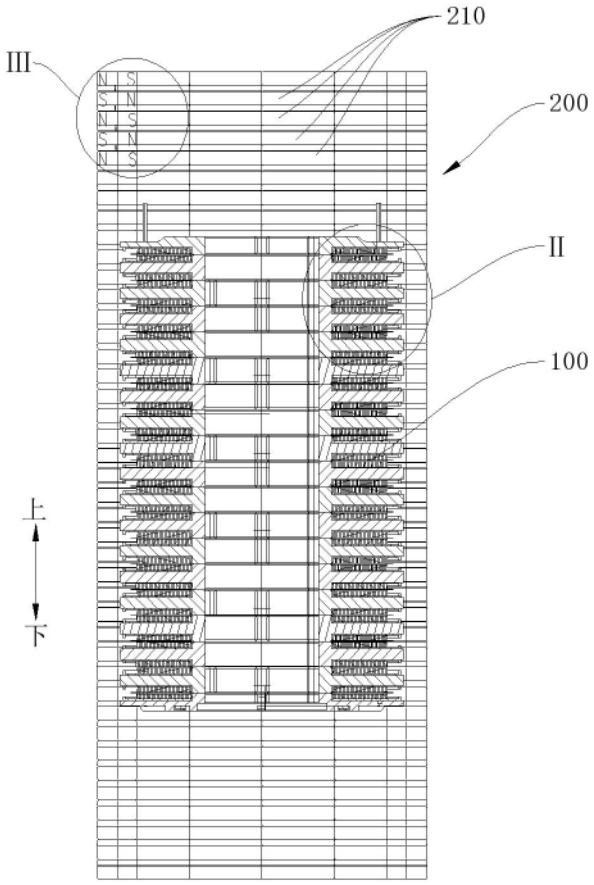

III
210
200
II
100
上
下

图5

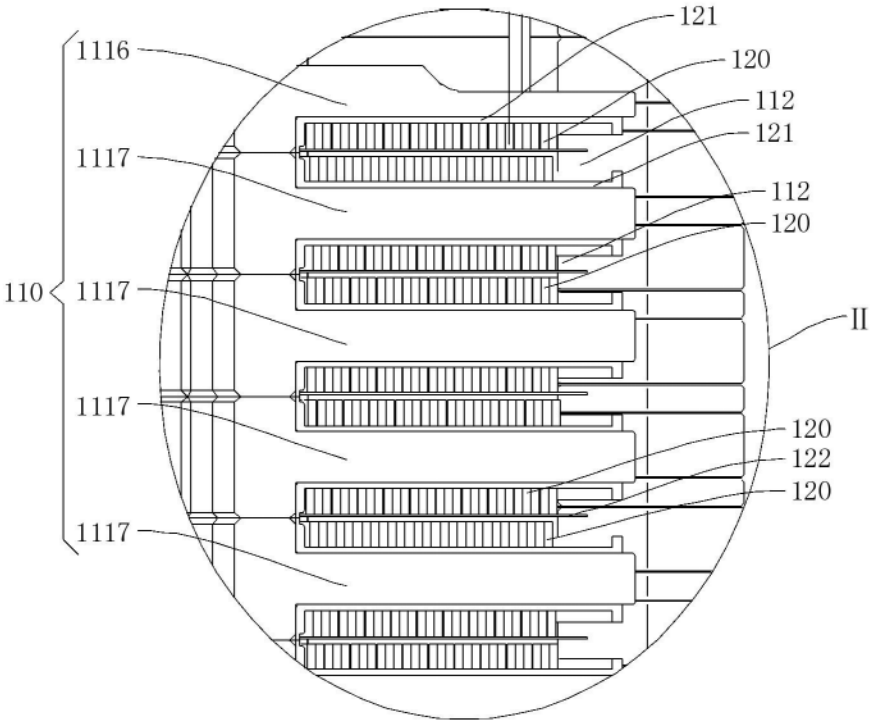

121
120
112
121
112
120
1116
1117
1117
1117
1117
110
II
120
122
120

图6

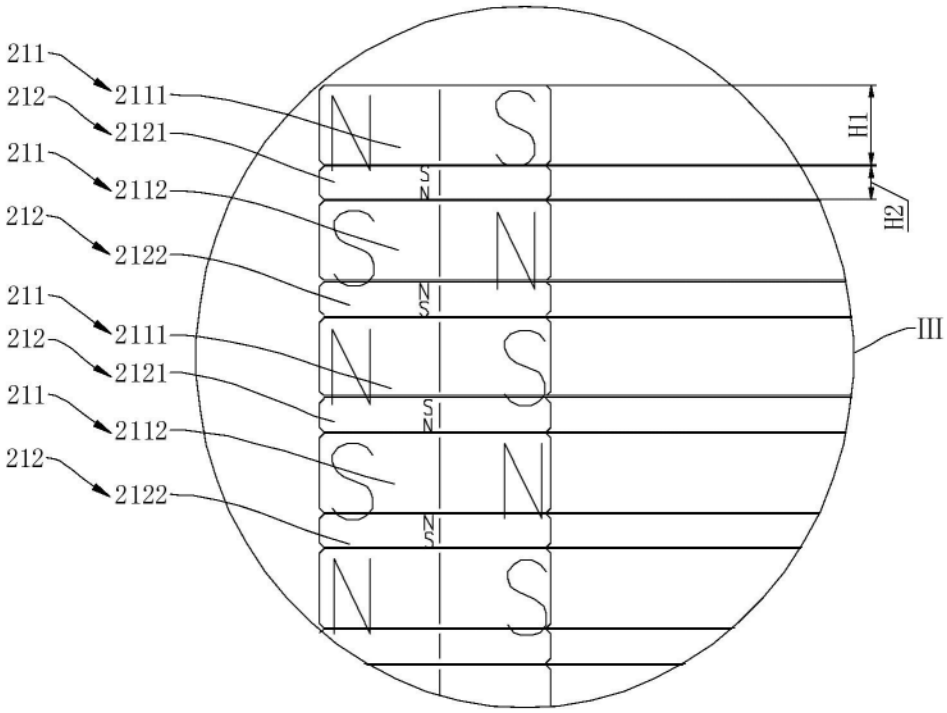

211
2111
212
2121
211
2112
212
2122
211
2111
212
2121
211
2112
212
2122
N
S
H1
H2
III

图7

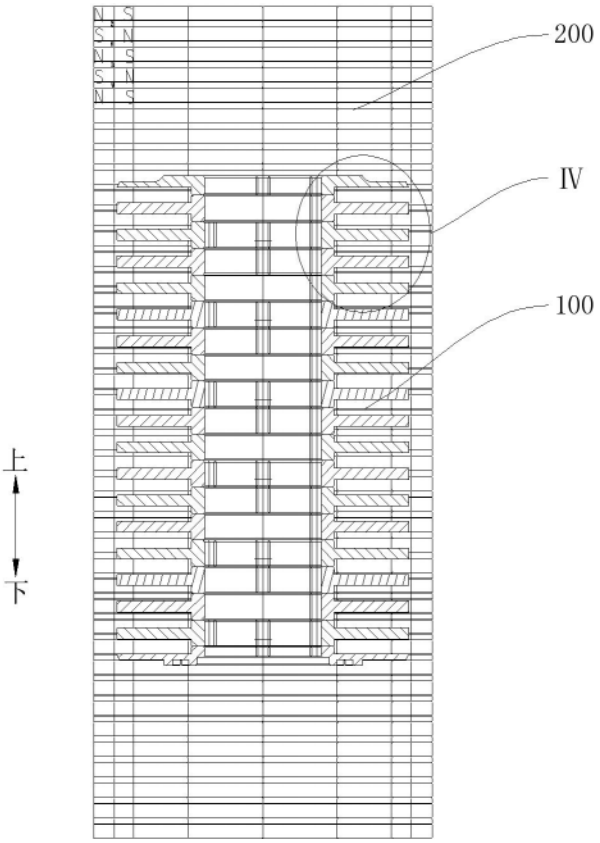


图8

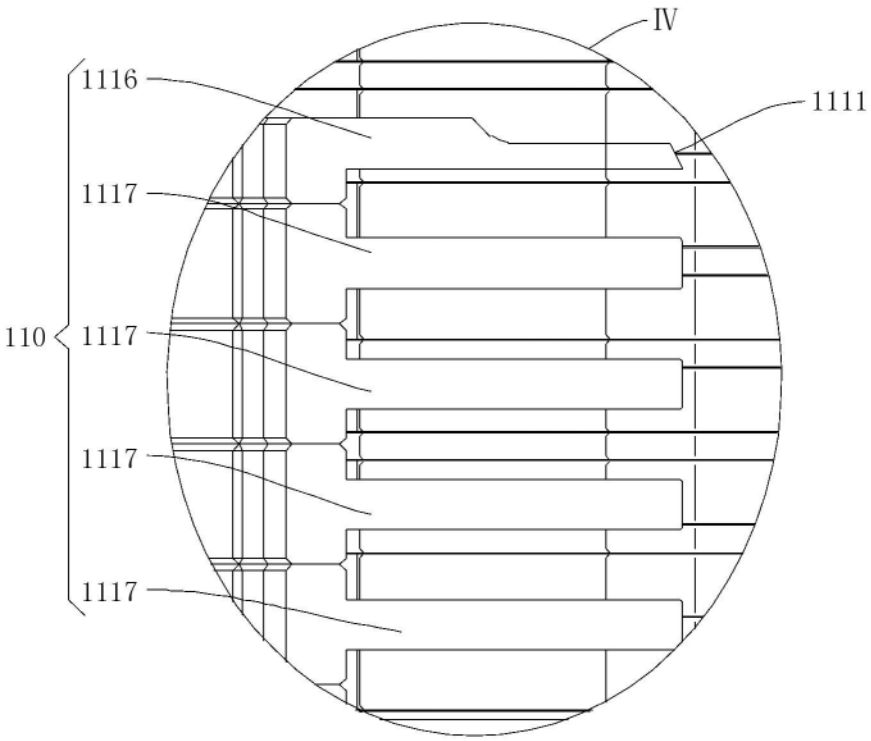


图9