

悬浮电机、电机冷却系统及其冷却控制方法、车辆

申请号：[CN202410273244.0](#)

申请日：[2024.03.11](#)

申请(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](#)

发明(设计)人 [孙宪猛; 张秀和; 李豪; 李家洪; 梁慧康;](#)

主分类号 [H02K9/19](#)

分类号 [H02K9/19; H02K5/20; H02K11/25; H02K41/02; H02N15/00; F16F15/03; B60G13/00;](#)

公开(公告)号 [CN117879262A](#)

公开(公告)日 [2024.04.12](#)

专利代理机构 [北京知帆远景知识产权代理有限公司](#)

代理人 [吴文婧;](#)

(19) 国家知识产权局



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117879262 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 12

(21) 申请号 202410273244.0

H02N 15/00 (2006.01)

(22) 申请日 2024.03.11

F16F 15/03 (2006.01)

B60G 13/00 (2006.01)

(71) 申请人 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 孙宪猛 张秀和 李豪 李家洪
梁慧康

(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 9/19 (2006.01)

H02K 5/20 (2006.01)

H02K 11/25 (2016.01)

H02K 41/02 (2006.01)

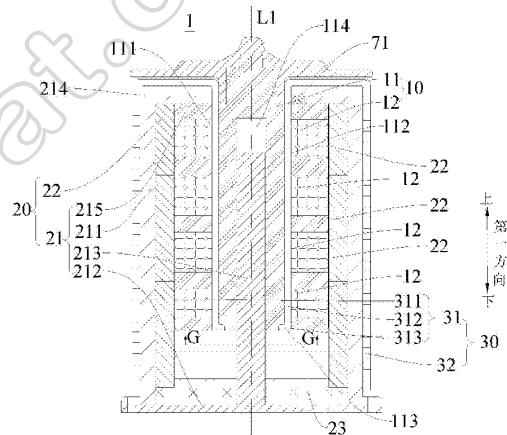
权利要求书3页 说明书14页 附图11页

(54) 发明名称

悬浮电机、电机冷却系统及其冷却控制方法、车辆

(57) 摘要

本发明公开了一种悬浮电机、电机冷却系统及其冷却控制方法、车辆。悬浮电机包括：第一部分，包括芯体和设在芯体上的第一磁性件；第二部分，包括壳体和第二磁性件，壳体包括环绕在芯体外侧的壳周壁，第二部分相对第一部分沿第一方向可移动；冷却结构，冷却结构包括第一液冷回路和第二液冷回路，第一液冷回路的至少部分设在第一部分上，第二液冷回路的至少部分设在壳周壁上。悬浮电机的冷却结构采用第一液冷回路和第二液冷回路的组合设置，有助于在保证冷却结构的冷却效果的同时，便于降低加工难度。悬浮电机的温升通过冷却结构有效控制后，能够提高悬浮电机的运行效率及工作稳定性。



CN 117879262 A

1. 一种悬浮电机,其特征在于,包括:

第一部分,所述第一部分包括芯体和设在所述芯体上的第一磁性件,所述芯体沿第一方向设置;

第二部分,所述第二部分包括壳体和设在所述壳体上的第二磁性件,所述壳体包括环绕在所述芯体外侧的壳周壁,所述第二部分相对所述第一部分沿所述第一方向可移动;

冷却结构,所述冷却结构包括第一液冷回路和第二液冷回路,所述第一液冷回路的至少部分设在第一部分上,所述第二液冷回路的至少部分设在所述壳周壁上。

2. 根据权利要求1所述的悬浮电机,其特征在于,所述第一液冷回路和所述第二液冷回路相串联或相并联。

3. 根据权利要求2所述的悬浮电机,其特征在于,在所述冷却结构内冷却液的流动方向上,所述第一液冷回路串联连接在所述第二液冷回路的上游。

4. 根据权利要求1所述的悬浮电机,其特征在于,所述第一液冷回路包括:上游支路、下游支路和中间支路,所述上游支路、所述下游支路间隔设置;

所述中间支路位于所述芯体的一端,且连接所述上游支路和所述下游支路;

所述第一液冷回路的进端、出端位于所述芯体的另一端,且所述上游支路、所述下游支路分别连接所述第一液冷回路的进端、出端。

5. 根据权利要求4所述的悬浮电机,其特征在于,所述芯体具有沿所述第一方向设置的中轴线,所述中间支路环绕所述中轴线设置。

6. 根据权利要求4所述的悬浮电机,其特征在于,所述第一磁性件为线圈,所述第二磁性件为永磁体,所述第一磁性件内周面与所述上游支路、所述下游支路相接触。

7. 根据权利要求4所述的悬浮电机,其特征在于,所述芯体内设有沿所述第一方向贯通的第一孔道、第二孔道,所述芯体的一端端面上还设有装配槽,所述装配槽的两端连接所述第一孔道、所述第二孔道;

所述上游支路位于所述第一孔道内,所述下游支路位于所述第二孔道内,所述中间支路安装在所述装配槽处。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的悬浮电机,其特征在于,所述壳周壁为导热壁;

所述第二液冷回路设在所述壳周壁的外周面上,所述第二磁性件设在所述壳周壁的内周面上。

9. 根据权利要求1-7中任一项所述的悬浮电机,其特征在于,所述第二液冷回路在所述壳周壁上螺旋延伸设置。

10. 根据权利要求1-7中任一项所述的悬浮电机,其特征在于,所述壳体还包括连接在所述壳周壁一端的壳底壁,所述壳周壁的另一端为装配端,所述第一液冷回路的进端、出端位于所述壳体的所述装配端,所述芯体从所述装配端伸至所述壳体外。

11. 根据权利要求10所述的悬浮电机,其特征在于,所述芯体的中心设有中心孔,所述中心孔沿所述第一方向设置,所述中心孔朝向所述壳底壁敞开,所述壳体还包括连接在所述壳底壁上的中心柱,所述中心柱的至少部分位于所述中心孔内,所述中心孔为用于导引所述中心柱沿所述第一方向移动的导引孔。

12. 一种电机冷却系统,其特征在于,包括:

根据权利要求1-11中任一项所述的悬浮电机;

散热器,所述散热器与所述悬浮电机的所述冷却结构相连,以形成冷却液的循环回路;
动力装置,所述动力装置连接在所述散热器和所述冷却结构之间,用于驱动所述冷却液在所述循环回路内循环流动。

13. 根据权利要求12所述的电机冷却系统,其特征在于,所述第一液冷回路、所述第二液冷回路相串联,所述第一液冷回路和所述第二液冷回路中的一个的进端与所述散热器相连,所述第一液冷回路和所述第二液冷回路中另一个的出端与所述散热器相连;

或者所述电机冷却系统还包括:分液件,所述分液件具有进液口和两个分液口,所述散热器与所述分液件的所述进液口相连,所述第一液冷回路、所述第二液冷回路的进端分别连接两个所述分液口,以使所述第一液冷回路、所述第二液冷回路相并联。

14. 根据权利要求13所述的电机冷却系统,其特征在于,所述第一液冷回路、所述第二液冷回路通过所述分液件相并联,所述电机冷却系统还包括:用于控制所述第二液冷回路的流动状态的开关件,所述开关件串联在所述第二液冷回路上。

15. 根据权利要求12-14中任一项所述的电机冷却系统,其特征在于,还包括:

温度检测件,设置在所述悬浮电机上;

控制器(73),所述控制器(73)与所述温度检测件、所述动力装置电连接,以根据所述温度检测件的检测结果控制所述动力装置的运行。

16. 根据权利要求15所述的电机冷却系统,其特征在于,所述温度检测件位于所述第一液冷回路的出端,或所述温度检测件埋设在所述芯体内。

17. 一种应用于根据权利要求12-16中任一项所述的电机冷却系统的冷却控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

检测所述悬浮电机上设定位置的实时温度;

当所述实时温度小于第一设定温度时,控制所述动力装置停止运行;

当所述实时温度大于或等于所述第一设定温度时,控制所述动力装置运行。

18. 根据权利要求17所述的电机冷却系统的冷却控制方法,其特征在于,所述当所述实时温度大于或等于所述第一设定温度时,控制所述动力装置运行中,所述动力装置运行达设定周期;

所述冷却控制方法还包括:根据所述设定周期内的所述实时温度,确定该设定周期结束后所述动力装置是否进入下一所述设定周期。

19. 根据权利要求17或18所述的电机冷却系统的冷却控制方法,其特征在于,当所述第一液冷回路、所述第二液冷回路相并联,且所述电机冷却系统还包括用于控制所述第二液冷回路的流动状态的开关件时,所述当所述实时温度大于或等于所述第一设定温度时,控制所述动力装置运行还包括:

当所述实时温度小于第二设定温度时,控制所述开关件关闭;

当所述实时温度大于或等于所述第二设定温度时,控制所述开关件打开。

20. 一种车辆,其特征在于,包括:

车身;

设置在所述车身底部的车架;

根据权利要求1-11中任一项的悬浮电机,或包括根据权利要求12-16中任一项所述的电机冷却系统,所述悬浮电机的所述芯体、所述壳体中的一个连接所述车身,所述芯体、所

述壳体中的另一个连接所述车架。

悬浮电机、电机冷却系统及其冷却控制方法、车辆

技术领域

[0001] 本发明涉及电机冷却结构,具体涉及一种悬浮电机、电机冷却系统及其冷却控制方法、车辆。

背景技术

[0002] 随着车辆电动化的发展,乘员对车辆的乘坐舒适性的要求不断提高,电磁式主动悬架受到广泛的关注。目前绝大多数电磁式主动悬架作动器采用的是旋转电机和机械结构组合的形式,在该组合形式中通过机械结构,将旋转电机输出的旋转运动转换为作用在车体上的直线运动。但这种布置形式由于增加了机械结构,会使作动器的效率变低,结构复杂从而不便于安装,故主动悬架系统逐渐采用悬浮电机作为其作动器。

[0003] 车辆在行驶时处于振动状态,导致悬浮电机中的线圈一直处于工作状态,线圈发热严重,如果不及及时散热的话,会影响悬浮电机作动器的作用效能,目前有关主动悬架作动器的悬浮电机一般均采用自然冷却的方式,冷却速度较慢。

[0004] 不仅车辆上使用的悬浮电机如此,其他领域使用的悬浮电机也大多采用自然冷却方式降温。一旦悬浮电机过热,会影响运行效率及器件的绝缘性能,甚至烧坏电机。

发明内容

[0005] 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,本发明旨在提出一种悬浮电机,方便增加冷却液的热交换面积,而且便于加工。

[0006] 本发明还旨在提出一种包括上述悬浮电机的电机冷却系统及其冷却控制方法。

[0007] 本发明还旨在提出一种包括上述悬浮电机或电机冷却系统的车辆。

[0008] 根据本发明第一方面实施例的悬浮电机,包括:第一部分,所述第一部分包括芯体和设在所述芯体上的第一磁性件,所述芯体沿第一方向设置;第二部分,所述第二部分包括壳体和设在所述壳体上的第二磁性件,所述壳体包括环绕在所述芯体外侧的壳周壁,所述第二部分相对所述第一部分沿所述第一方向可移动;冷却结构,所述冷却结构包括第一液冷回路和第二液冷回路,所述第一液冷回路的至少部分设在所述第一部分上,所述第二液冷回路的至少部分设在所述壳周壁上。

[0009] 根据本发明第一方面实施例的悬浮电机,冷却结构采用第一液冷回路和第二液冷回路的组合设置,有助于在保证冷却结构的冷却效果的同时,便于降低加工难度。

[0010] 其中,由于壳周壁环绕第一磁性件和第二磁性件,第一磁性件和第二磁性件产生的热量在向外辐射时,壳周壁内周面面积大,壳周壁接受的辐射热量多且热量辐射路径短。这使得第二液冷回路通过壳周壁吸收热量,吸热路径短、吸热效率高。利用壳周壁设置第二液冷回路以弥补第一液冷回路的不足,相较于仅设置第一液冷回路的方案而言,第一部分的加工难度大幅度降低。壳体本身具有保护内部器件的足够刚度和强度,壳周壁上有足够空间设置第二液冷回路,又不受较脆弱的第一磁性件干涉,因此加工难度较低。

[0011] 悬浮电机的温升通过冷却结构有效控制后,能够提高悬浮电机的运行效率及工作

稳定性。

[0012] 根据本发明第二方面实施例的电机冷却系统,包括:上述实施例的悬浮电机;散热器,所述散热器与所述悬浮电机的所述冷却结构相连,以形成冷却液的循环回路;动力装置,所述动力装置连接在所述散热器和所述冷却结构之间,用于驱动所述冷却液在所述循环回路内循环流动。

[0013] 本发明实施例的电机冷却系统,悬浮电机的冷却结构可同时对悬浮电机内部第一磁性件和外部壳体进行冷却,循环回路外部引入散热器,通过冷却液流动带走来自悬浮电机的热量,增强悬浮电机向外散热能力。通过动力装置的设置,使经过散热器冷却后的冷却液可以重新进入下一个循环,实现冷却液的循环回路的可持续性。

[0014] 根据本发明第三方面实施例的电机冷却系统的冷却控制方法,包括如下步骤:

检测所述悬浮电机上设定位置的实时温度;

当所述实时温度小于第一设定温度时,控制所述动力装置停止运行;

当所述实时温度大于或等于所述第一设定温度时,控制所述动力装置运行。

[0015] 根据本发明实施例的电机冷却系统的冷却控制方法,可以根据悬浮电机的实时温度,确定电机冷却系统的运行方案,保障悬浮电机内部温度达到安全范围。这种利用实时温度确定冷却运行的控制方式,对悬浮电机的温度控制准确度较高,而且可以在实时温度未达第一设定温度 t 时表明悬浮电机内部温度较安全,此时控制动力装置停止运行,可以节省动力装置的运行能耗。

[0016] 根据本发明第四方面实施例的车辆,包括:车身;设置在所述车身底部的车架;上述实施例所述悬浮电机,或上述实施例所述电机冷却系统,所述悬浮电机的所述芯体、所述壳体中的一个连接所述车身,所述芯体、所述壳体中的另一个连接所述车架。

[0017] 根据本发明实施例的车辆,通过在悬浮电机上设置可以内外双向液冷冷却散热,保证悬浮电机的冷却降温效果,保障悬浮电机的运行效率及绝缘性能,能够维护悬浮电机的稳定运行。将悬浮电机作为主动悬架安装在车辆上,保证了车辆运行的舒适性。

附图说明

[0018] 图1是本发明一些实施例中悬浮电机的截面图;
图2是本发明另一些实施例中悬浮电机的截面图;
图3是图1中沿G-G线的截面图;
图4是本发明又一些实施例中悬浮电机的截面图;
图5是本发明再一些实施例中悬浮电机的截面图;
图6是本发明一些实施例中电机冷却系统的结构图;
图7是图6所示实施例的冷却液的循环回路原理图;
图8是本发明另一些实施例中电机冷却系统的结构图;
图9是图8所示的一些实施例中电机冷却系统的控制原理图;
图10是本发明一些实施例中电机冷却系统的冷却控制流程原理图;
图11是本发明一些车辆的局部结构图;
图12是本发明一些具体示例中电机冷却系统的冷却控制流程图;
图13是本发明另一些具体示例中电机冷却系统的冷却控制流程图。

[0019] 附图标记:

车辆1000;

电机冷却系统100;

悬浮电机1;

第一部分10、芯体11、第一孔道111、第二孔道112、装配槽113、中心孔114、第一磁性件12、中轴线L1;

第二部分20、壳体21、壳周壁211、壳底壁212、中心柱213、装配端214、第二磁性件22、缓冲块23;

冷却结构30;

第一液冷回路31、上游支路311、下游支路312、中间支路313;

第二液冷回路32;

散热器4、排出口41、回流口42;

动力装置51、开关件52;

分液件61、进液口611、分液口612、合液件62、储液壶63;

温度检测件71、处理器72、控制器73;

车身810、车架820、车轮830。

具体实施方式

[0020] 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。

[0021] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“长度”、“上”、“下”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“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。此外,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0022] 下面参阅图1-图5描述根据本发明第一方面实施例的悬浮电机1,悬浮电机1的应用领域不作限制,可以应用在交通工具、生产设备等。

[0023] 根据本发明实施例的悬浮电机1,包括:第一部分10、第二部分20和冷却结构30。第一部分10包括芯体11和设在芯体11上的第一磁性件12,芯体11沿第一方向设置。这里,第一方向为悬浮电机1的驱动方向。通常芯体11为柱体,第一方向为芯体11的柱长方向。有的方案中,芯体11具有中轴线L1,第一方向与中轴线L1相平行。

[0024] 第二部分20包括壳体21和设在壳体21上的第二磁性件22,壳体21包括环绕在芯体

11外侧的壳周壁211,第二部分20相对第一部分10沿第一方向可移动。

[0025] 这里,第一部分10和第二部分20中,其中一个相当于定子部分,另一个相当于转子部分。为本领域技术人员所熟知的是,第一磁性件12为线圈和永磁体中的一者,第二磁性件22为线圈和永磁体中的另一者,也就是说,线圈和永磁体在第一部分10和第二部分20上位置对调。以第一磁性件12为线圈、第二磁性件22为永磁体为例,第二部分20的第二磁性件22具有磁场,第一部分10的第一磁性件12位于该磁场中,在第一磁性件12通入交流电后,会使第一部分10和第二部分20之间产生推力,从而使悬浮电机1具备沿第一方向的驱动力。

[0026] 可以理解的是悬浮电机1运行中,第一磁性件12会产生过多热量,第二磁性件22也会产生一定热量,导致悬浮电机1温度逐渐上升。而当悬浮电机1过热时,内部电阻会增加,使悬浮电机1的效率和驱动力都下降。有的方案中,悬浮电机1过热不仅会影响其运行效率,还会影响其润滑性及绝缘性等,严重可能烧坏。为解决上述问题,本发明中悬浮电机1上设置有冷却结构30。

[0027] 参阅图1和图2,冷却结构30包括第一液冷回路31和第二液冷回路32,第一液冷回路31的至少部分设在第一部分10上,第二液冷回路32的至少部分设在壳周壁211上。由此,第一液冷回路31可从芯体11带走大量热量,有利于降低悬浮电机1的内部温度。第二液冷回路32可从壳周壁211带走大量热量,有利于降低悬浮电机1的外部温度。

[0028] 而且周围环境也可以从第二部分20处吸收热量,例如当有空气流动时,流动空气能够带走第二部分20的热量,使壳体21温度回降。壳体21的温度降低后,会吸收内部热量,从而进一步降低悬浮电机1的内部温度。

[0029] 本发明方案第一液冷回路31和第二液冷回路32的组合设置,有助于在保证冷却结构30的冷却效果的同时,便于降低加工难度。

[0030] 具体而言,如果仅设置第一液冷回路31,为保证足够的热交换面积,需要将第一液冷回路31设置较长或者较粗。但是芯体11的体积本身较小,在不干涉第一磁性件12的前提下很难设置较长或较粗的第一液冷回路31。因为不仅会增加第一部分10的加工难度,也会影响第一部分10自身的结构紧凑度及运行稳定性。

[0031] 而壳体21的壳周壁211环绕芯体11设置,壳周壁211的表面积比芯体11的表面积大得多,在壳周壁211上设置第二液冷回路32时,能够较容易地将第二液冷回路32设置较长或较粗,弥补了仅设置第一液冷回路31的不足,使冷却结构30达到足够热交换面积较容易。由于壳周壁211环绕第一磁性件12和第二磁性件22,第一磁性件12和第二磁性件22产生的热量在向外辐射时,壳周壁211内周面面积大,壳周壁211接受的辐射热量多且热量辐射路径短。这使得第二液冷回路32通过壳周壁211吸收热量,吸热路径短、吸热效率高。

[0032] 利用壳周壁211设置第二液冷回路32以弥补第一液冷回路31的不足,相较于仅设置第一液冷回路31的方案而言,第一部分10的加工难度大幅度降低。壳体21本身具有保护内部器件的足够刚度和强度,壳周壁211上有足够空间设置第二液冷回路32,又不受较脆弱的第一磁性件12干涉,因此加工难度较低。

[0033] 悬浮电机1的温升通过冷却结构30有效控制后,能够提高悬浮电机1的运行效率及工作稳定性。

[0034] 在本发明方案中,第一液冷回路31的形状及设置位置非常灵活,其形状可以是直管状、弯管状,也可以是螺旋管状。第一液冷回路31可以安装在芯体11的表面,也可以嵌在

芯体11内部。

[0035] 在一些实施例中,参阅图1,第一液冷回路31包括:上游支路311、下游支路312和中间支路313,上游支路311、下游支路312间隔设置。中间支路313位于芯体11的一端,且连接上游支路311和下游支路312。

[0036] 第一液冷回路31的进端、出端位于芯体11的另一端,且上游支路311、下游支路312分别连接第一液冷回路31的进端、出端。

[0037] 也就是说,冷却液从第一液冷回路31的进端进入后,流经上游支路311,然后经中间支路313流向下游支路312,最后从第一液冷回路31的出端流出。如此设置,第一液冷回路31不仅与第一部分10具有较大的接触面积,还能保证第一液冷回路31在芯体11上分布范围足够大,提高第一液冷回路31的吸热效果。这样也有助于悬浮电机1内部的整体均匀散热,保持第一部分10温度的整体均衡性,避免内部局部聚热。

[0038] 可选地,如图3所示,芯体11具有沿第一方向设置的中轴线L1,中间支路313环绕中轴线L1设置。由此不仅可以增加中间支路313的长度,使中间支路313具有与芯体11较大的接触面积,而且可以避开芯体11中心结构,降低加工难度。

[0039] 进一步可选地,中间支路313大致为圆心位于中轴线L1上的半圆弧形,这样便于中间支路313两端的上游支路311、下游支路312具有足够远的间距,又方便定位、加工。

[0040] 在一些具体实施例中,如图1和图2所示,芯体11内设有沿第一方向贯通的第一孔道111、第二孔道112,上游支路311位于第一孔道111内,下游支路312位于第二孔道112内。如此设置第一孔道111、第二孔道112,不仅容易加工,也容易在加工后检查第一孔道111、第二孔道112是否疏通,从而降低废品率。将其沿第一方向贯通,装配时上游支路311、下游支路312沿第一方向插入,装配时作用力不需要转弯,可以降低上游支路311、下游支路312的装配难度。这种结构设置后,上游支路311、下游支路312内冷却液也不容易因杂质堵塞。

[0041] 具体地,芯体11的一端端面上还设有装配槽113,装配槽113的两端连接第一孔道111、第二孔道112,中间支路313安装在装配槽113处。如此不仅装配槽113容易加工,中间支路313装至装配槽113处非常容易,而且中间支路313有装配槽113限制后不再悬晃,降低运行时中间支路313破裂几率。

[0042] 进一步地,第一磁性件12为绕中轴线L1设置的圆环形,第一磁性件12内周面与上游支路311、下游支路312相接触。这样第一液冷回路31与第一磁性件12不会干涉,而且第一液冷回路31利用上游支路311、下游支路312直接接触热源,可以由热传导直接从第一磁性件12上吸收热量,吸热路径短,传热效率高。

[0043] 在本发明方案中,上游支路311可以是一条也可以多于一条。当有多条上游支路311时,多条上游支路311的同一端连接中间支路313,多条上游支路311通过中间支路313合流。

[0044] 下游支路312可以是一条也可以多于一条,当有多条下游支路312时,多条下游支路312的同一端连接中间支路313,中间支路313实现向多条下游支路312的分流。

[0045] 在图1和图2方案中,上游支路311、下游支路312均沿直线设置。在其他方案中,上游支路311、下游支路312也可以沿曲线设置,或者沿其他形状设置。

[0046] 另外,第一液冷回路31也可以不包括上游支路311、下游支路312、中间支路313,第一液冷回路31也可以采用其他形状,例如第一液冷回路31包括螺旋管段,可选地,螺旋管段

为绕中轴线L1螺旋延伸设置。

[0047] 在本发明方案中,第二液冷回路32的设置位置比较灵活。第二液冷回路32可以全部设置在壳周壁211上,第二液冷回路32也可以部分设在壳周壁211上、部分设在壳底壁212上。有的方案中,还可以将部分第二液冷回路32设在第二磁性件22上,以直接接触热源而吸收热量。

[0048] 当第二液冷回路32设置在壳体21上时,可以设置在壳体21的内表面上,也可以设置在壳体21的外表面上,或者壳体21内部形成壁孔,第二液冷回路32嵌在壁孔内,或者第二液冷回路32采用至少两个安装位置的组合形式等。

[0049] 第二液冷回路32的形状也可以非常灵活,可以设置成直线状、网状等。

[0050] 在一些实施例中,参阅图1和图2,壳周壁211为导热壁,第二液冷回路32设在壳周壁211的外周面上,第二磁性件22设在壳周壁211的内周面上。第二液冷回路32不占用悬浮电机1的内部空间,有利于保持悬浮电机1的内部结构紧凑度,保障悬浮电机1的驱动力强度。第二液冷回路32利用壳周壁211的热传导直接吸收壳周壁211、第二磁性件22的传导热,而壳周壁211还能吸收内部的辐射热,第二液冷回路32的吸热效率能够得到保障。

[0051] 其中,将第二磁性件22设在壳周壁211的内周面,壳周壁211的内周面提供足够面积布局第二磁性件22,可以将第二磁性件22设置较薄以减小整体尺寸,也可以将第二磁性件22在壳周壁211的内周面上布置密集以增加磁场强度。

[0052] 可选地,第二液冷回路32在壳周壁211上螺旋延伸设置。由此,第二液冷回路32可以为单管结构非常简单,且能保证与壳周壁211具有足够大的接触面积。

[0053] 进一步可选地,第二液冷回路32为单螺旋结构,且均匀缠绕于壳体21的外表面,结构简单、可靠性高,容易实现量产,且能保障与壳体21足够的接触面积,提升冷却效果。

[0054] 在一些具体实施例中,第二液冷回路32采用圆管,即横截面为圆形,圆管的内应力分布较均匀,因此可具有较强的抗压、抗剪、抗震能力。

[0055] 当然本发明方案可以不限于此,第二液冷回路32可在此基础上变形,以达到增大其与壳周壁211接触面积的目的。如将第二液冷回路32的横截面设计为图4所示的三角形,或者将第二液冷回路32的横截面设计为图5所示的半圆形,也可以将第二液冷回路32的横截面设计为梯形、长方形等多边形及其他不规则形状,将上述形状中的直线边与壳周壁211接触,从而可以充分利用壳周壁211的表面面积。

[0056] 可选地,当第二液冷回路32的横截面为多面形时,边角处可设置倒角,使整体外形更加流畅、和谐。

[0057] 在一些实施例中,如图1和图2所示,壳体21还包括连接在壳周壁211一端的壳底壁212,壳周壁211的另一端为装配端214,第一液冷回路31的进端、出端位于壳体21的装配端214。芯体11从装配端214伸至壳体21外,进行固定,这样芯体11相对于壳底壁212处于悬置状态。此时将第一液冷回路31的进端、出端均置于壳体21的装配端214设置,减少壳周壁211处的装配干涉。而且芯体11从装配端214伸出的一端进行固定,此处结构稳定,设置第一液冷回路31的进端、出端时,第一液冷回路31在壳体21内不需要悬置,降低了第一液冷回路31受损、破裂几率,可靠性更高。

[0058] 壳底壁212的设置,可以便于对第一部分10的移动进行限位。而且在线圈不通电时,利用壳底壁212可以支撑第一部分10。

[0059] 可选地,如图1所示,壳体21还包括设在装配端214的壳顶壁215,壳顶壁215上开孔,壳顶壁215与壳周壁211一体成型。壳体21的底部敞开,第一部分10可以从敞开处装配至壳周壁211内,然后第一部分10的顶部从壳顶壁215开口处伸出,并进行固定。壳体21通过壳底壁212封装底部敞开处,使第一部分10封装在壳体21内,形成对第一部分10的上下限位。进一步可选地,第二部分20还包括设在壳底壁212上的缓冲块23,当第一部分10相对第二部分20下移时,可以利用缓冲块23进行缓冲。

[0060] 具体地,芯体11的中心设有中心孔114,中心孔114沿第一方向设置,中心孔114朝向壳底壁212敞开,壳体21还包括连接在壳底壁212上的中心柱213,中心柱213的至少部分位于中心孔114内,中心孔114为用于导引中心柱213沿第一方向移动的导引孔。中心柱213的设置可以作为导向柱,提高第二部分20相对第一部分10沿第一方向移动的准确性,减少第一部分10相对第二部分20在垂直于第一方向的方向上的偏移,从而减少第一部分10受到的磨损,延长使用寿命。

[0061] 也有一些方案中,可以采用第二磁性件22作为中心柱213,即将第二磁性件22设置在壳体21内的中心位置,让第一磁性件12环绕第二磁性件22设置,也能获得悬浮电机1的驱动力。

[0062] 在本发明方案中,壳体21的形状设置非常灵活,可以采用筒式结构或者板式结构,壳体21在垂直于第一方向的平面上投影,可以是圆形也可以是多边形,或者采用不规则形状等。芯体11在垂直于第一方向的平面上投影,可以是圆形也可以是多边形,或者采用不规则形状等。

[0063] 在本发明方案中,如图1所示,冷却结构30中的第一液冷回路31和第二液冷回路32可以采用串联连接方式,即冷却液流入其中一回路后再流向另一回路。这样设置,冷却结构30的进出端的结构设置可以简化。

[0064] 有的方案中第一液冷回路31和第二液冷回路32采用同一单管设置,冷却结构30的成本非常低,可以大幅度降低悬浮电机1的成本。

[0065] 在一些具体实施例中,如图1所示,在所述冷却结构30内冷却液的流动方向上,第一液冷回路31串联连接在第二液冷回路32的上游。冷却液先流入第一液冷回路31吸收大量悬浮电机1的内部热量,再流入第二液冷回路32吸收悬浮电机1的外部热量。如此在简化冷却结构30的同时,可以优先保障悬浮电机1内部散热效果,使容易集热的内部可以得到有效降温。悬浮电机1外部可通过液冷和空冷结合保证散热效果。

[0066] 在另一些具体实施例中,如图2所示,冷却结构30中的第一液冷回路31和第二液冷回路32也可以采用并联连接方式,即冷却液在上游分流,分别进入第一液冷回路31和第二液冷回路32。这样内部回路和外部回路不会进行热量交叉,避免反冷却现象。

[0067] 进一步地,在一些实施例中,第一部分10和第二部分20上还安装有位移传感器,用于检测第一部分10和第二部分20的相对移动距离。可选地,位移传感器为无线位移传感器,减少导线连接,提高位移传感器布置灵活度。

[0068] 根据本发明实施例的悬浮电机1,提供新型的冷却结构30方案,利用双通道对悬浮电机1的内部、外部吸热降温,可有效保障散热效果,且有利于保持悬浮电机1内部结构紧凑性,提高悬浮电机1运行的平稳性、可靠性。内部和外部同时布置循环回路降温,冷却效果更好。

[0069] 下面参阅图1-图9描述根据本发明第二方面实施例的电机冷却系统100。

[0070] 根据本发明实施例的电机冷却系统100,如图6所示,包括:悬浮电机1、散热器4和动力装置51。散热器4与悬浮电机1的冷却结构30相连,以形成冷却液的循环回路,例如散热器4上设置有排出口41、回流口42,排出口41与冷却结构30相连,散热器4内低温冷却液从排出口41流向冷却结构30。回流口42与冷却结构30相连,冷却结构30内高温冷却液从回流口42流进散热器4。当然,散热器4的结构可以不限于此,例如散热器4为散热管道,散热管道设置在车辆1000表面且通过流动气流降温,散热管道的两端连接冷却结构30。动力装置51连接在散热器4和冷却结构30之间,用于驱动冷却液在循环回路内循环流动。悬浮电机1为上述实施例所述的悬浮电机1,这里对悬浮电机1的内部结构不再赘述。

[0071] 本发明实施例的电机冷却系统100,悬浮电机1的冷却结构30可同时对悬浮电机1内部第一磁性件12和外部壳体21进行冷却,循环回路外部引入散热器4,通过冷却液流动带走来自悬浮电机1的热量,增强悬浮电机1向外散热能力。通过动力装置51的设置,使经过散热器4冷却后的冷却液可以重新进入下一个循环,实现冷却液的循环回路的可持续性。

[0072] 这里涉及的冷却液的循环回路,包括悬浮电机1内部的第一液冷回路31、外部的第二液冷回路32,也包括外接的散热器4。悬浮电机1为热源,散热器4为热量释放处,二者共同构成完整的冷却液的循环回路。

[0073] 散热器4的结构类型不限,根据电机冷却系统100的应用环境,散热器4可以是风冷式散热器,也可以是水冷式散热器等。其材质可以是铸铁散热器、钢制散热器或者其它材质的散热器等。

[0074] 动力装置51可以采用水泵结构,或者采用能实现泵压冷却液流动的其他装置。当采用水泵时,可以采用容积式泵、叶片泵等。动力装置51可以安装在散热器4的排出口41与悬浮电机1之间,也可以安装在回流口42与悬浮电机1之间。或者部分动力装置51安装在散热器4的排出口41与悬浮电机1之间,部分动力装置51安装在回流口42与悬浮电机1之间。

[0075] 在一些实施例中,如图6所示,第一液冷回路31串联连接在第二液冷回路32上游。

[0076] 以动力装置51安装在散热器4的排出口41与悬浮电机1之间为例,当循环回路工作时,动力装置51启动。通过散热器4对来自悬浮电机1的内部和壳体21,且携带热量的冷却液进行充分的冷却及散热。冷却后的冷却液自散热器4的排出口41流出,并经动力装置51继续流入悬浮电机1进行下一个冷却循环。如此循环,直至悬浮电机1内部温度降低至标准需求。

[0077] 为进一步清晰表达在串联设置时的冷却液的循环回路路径,可以参阅一些具体实施例中冷却液的循环回路原理图。如图7所示,其中实线部分代表循环回路走向,双箭头代表低温冷却液走向,单箭头代表高温冷却液走向。A为悬浮电机1内部,其内有第一液冷回路31。B为悬浮电机1外部,代表壳体21上设有单螺旋的第二液冷回路32,C代表外接的散热器4。当冷却液的循环回路启动时,低温冷却液自散热器4流出进入悬浮电机1内部流经第一液冷回路31,低温流动冷却液经过悬浮电机1内部带走一部分热量,并继续流经悬浮电机1外部壳体21上的第二液冷回路32,直至冷却液重新流回散热器4并进行散热冷却。散热冷却后的冷却液自散热器4流出,进入到下一个冷却循环,如此重复以上步骤,直至悬浮电机1内部流出冷却液温度降低至标准需求,冷却液的循环回路关闭。

[0078] 在一些实施例中,如图8所示,冷却结构30中的第一液冷回路31和第二液冷回路32也可以采用并联连接方式。

[0079] 具体地,如图8所示,电机冷却系统100还包括:分液件61,分液件61具有进液口611和两个分液口612。散热器4与分液件61的进液口611相连,第一液冷回路31、第二液冷回路32的进端分别连接两个分液口612,以使第一液冷回路31、第二液冷回路32相并联。这样可以采用分液件61在悬浮电机1外将冷却液分流,分液件61与悬浮电机1之间有一定管路余量,可减少对第二部分20、第一部分10相对移动的干涉。

[0080] 具体地,如图8所示,电机冷却系统100还包括:合液件62,第一液冷回路31、第二液冷回路32的出端分别连接合液件62,合液件62连接散热器4,采用合液件62合流,便于与散热器4相连。

[0081] 在一些具体实施例中,如图8所示,电机冷却系统100还包括:用于控制第二液冷回路32的流动状态的开关件52。开关件52串联在第二液冷回路32上。

[0082] 也就是说,在动力装置51启动时,第一液冷回路31保持导通,而开关件52单独控制第二液冷回路32的通断。这样可以根据需要选择第一液冷回路31单独工作,或者选择第一液冷回路31和第二液冷回路32同时工作。由此,可以保障悬浮电机1容易集热的内部优先保障其冷却效果,然后根据紧急程度选择性地开关第二液冷回路32。这样在悬浮电机1温度未达至紧急状态时,可以节省动力装置51的功耗。而且散热器4集中为悬浮电机1内部的第一液冷回路31散热,使悬浮电机1保持安全状态。

[0083] 而在悬浮电机1温度达至紧急状态时,将第一液冷回路31和第二液冷回路32同时工作,虽然动力装置51的功耗会增加,但是可以将悬浮电机1的内外快速降温,有助于悬浮电机1温度快速回落。

[0084] 可选地,开关件52为电磁阀,或者开关件52也可以由电动阀、气动阀等来代替,这里不作限制。

[0085] 可选地,分液件61和合液件62可采用专用的管接头,以提高连接密封性。

[0086] 在一些实施例中,如图6和图8所示,电机冷却系统100还包括:温度检测件71和控制器73。温度检测件71设置在悬浮电机1上,用于检测悬浮电机1的温度是否过高,是否需要降温冷却。控制器73与温度检测件71、动力装置51电连接,控制器73用于根据温度检测件71的检测结果,控制动力装置51的运行。如此,可以实现电机冷却系统100的智能化控制,根据温度准确控制动力装置51的运行,在悬浮电机1的温度还不高时停止运行,实现节能。

[0087] 具体地,当第一液冷回路31和第二液冷回路32并联,且采用开关件52单独控制第二液冷回路32的通断时,控制器73还与开关件52电连接,控制器73用于根据温度检测件71的检测结果,控制开关件52的运行。这样可以根据温度有选择性地,确定第一液冷回路31和第二液冷回路32是否需要同时打开,由此在保障悬浮电机1内部冷却效果的同时,进一步实现节能。

[0088] 在图9所示的控制关系中可以看出,温度检测件71的检测结果传达至处理器72后,处理器72将获得处理结果。处理器72将处理结果传达至控制器73,由控制器73确定控制策略。

[0089] 控制器73可控制动力装置51和开关件52,当动力装置51开启时,第一液冷回路31内冷却液流通。当动力装置51开启且开关件52打开时,第二液冷回路32内冷却液流通。

[0090] 这里温度检测件71的数量和位置选择非常灵活。在根据温度检测件71的检测结果控制时,可以根据其检测的一个预设时段多个检测值的平均值进行判断、控制,或者根据其

瞬时值进行判断、控制。温度检测件71可以是一个或者多于一个,当多于一个时可以选择其中的最高值作为判断依据,或者选择多个温度检测件71检测结果的平均值作为判断依据,这里均可以不作限制。

[0091] 在一些可选实施例中,如图1所示,温度检测件71位于第一液冷回路31的出端,此时可以测出第一液冷回路31内最高温度。此时温度检测件71的检测结果,既能在一定程度上反映悬浮电机1内部的温度情况,也能反映第一液冷回路31的吸热情况。

[0092] 可选地,温度检测件71的检测端伸进第一液冷回路31的管路内,直接检测冷却液的温度,从而使检测结果更加准确。

[0093] 在另一些可选实施例中,如图2所示,温度检测件71埋设在芯体11内,最好是埋在芯体11内最容易集热的位置,这样可以将第一部分10内温度最高处准确检测。根据此结果控制动力装置51的运行,使第一部分10内温度最高处的温度逐渐下降,有助于提高悬浮电机1的运行安全性、可靠性。

[0094] 此时温度检测件71的设置不受冷却结构30限制,位置选择比较灵活。例如可将温度检测件71设置在芯体11的临近壳底壁212的一端,且位于中心孔114的内壁上,此处不易散热,容易形成集热点。

[0095] 在一些具体实施例中,如图8所示,电机冷却系统100还包括连接在循环回路上的储液壶63,便于在循环回路上冷却液膨胀或者收缩时,利用储液壶63的储存能力缓存冷却液。当循环回路中冷却液不足时可以由储液壶63补充,当循环回路中冷却液过多时多余冷却液可以流进储液壶63储存。由此,提高了电机冷却系统100的环境适应性。

[0096] 根据本发明实施例的电机冷却系统100,利用散热器4和动力装置51实现了冷却液在悬浮电机1与散热器4之间循环流动,达到主动散热,提高对悬浮电机1的冷却散热效果。

[0097] 下面参阅图1-图12描述根据本发明第三方面实施例的电机冷却系统100的冷却控制方法,其中电机冷却系统100在上述实施例中已述。

[0098] 参阅图10,冷却控制方法包括如下步骤:

P1:检测悬浮电机1上设定位置的实时温度;

P2:当实时温度小于第一设定温度 t_1 时,控制动力装置51停止运行;

P3:当实时温度大于或等于第一设定温度 t_1 时,控制动力装置51运行。

[0099] 根据本发明实施例的电机冷却系统100的冷却控制方法,可以根据悬浮电机1的实时温度,确定电机冷却系统100的运行方案,保障悬浮电机1内部温度达到安全范围。这种利用实时温度确定冷却运行的控制方式,对悬浮电机1的温度控制准确度较高,而且可以在实时温度未达第一设定温度 t_1 时表明悬浮电机1内部温度较安全,此时控制动力装置51停止运行,可以节省动力装置51的运行能耗。

[0100] 这里实时温度可以由温度检测件71测量获得,从而得到的悬浮电机1的设定位置的实时温度较准确。本发明方案也可以不限于此,例如电机冷却系统100的使用环境中还布置有红外成像仪,红外成像仪用于检测悬浮电机1所在环境温度,顺便可以得到悬浮电机1的设定位置温度,此时可以将红外成像仪测得的在悬浮电机1的设定位置的温度值作为实时温度。此时,不需要特地安装温度检测件71,从而降低成本。

[0101] 在一些实施例中,动力装置51的开关运行,可以根据悬浮电机1上设定位置的实时温度实时控制。也就是说在步骤P1中,需要实时控制检测悬浮电机1上设定位置的实时温

度。一旦实时获得的实时温度小于第一设定温度 t_1 ,就关停动力装置51。一旦实时获得的实时温度大于等于第一设定温度 t_1 ,就开启动力装置51。如此有利于将悬浮电机1上设定位置的温度,保持在不超过第一设定温度 t_1 状态。

[0102] 在另一些实施例中,动力装置51开启后,可以分时段来控制。即动力装置51获得一个控制策略后,保持在设定周期内动力装置51的状态不变。当该设定周期结束,动力装置51根据重新获得的另一控制策略,变化运行状态或者保持运行状态。如此设置,不需要频繁变换动力装置51的状态,不仅更加节能,而且减少动力装置51因状态变化过频导致的劳损。

[0103] 在一些具体实施例中,在上述步骤P3的:实时温度大于或等于第一设定温度 t_1 时,控制动力装置51运行中,动力装置51运行达设定周期。冷却控制方法还包括:根据设定周期内的实时温度,确定该设定周期结束后动力装置51是否进入下一设定周期。

[0104] 这里,在动力装置51处于设定周期内,对于悬浮电机1上设定位置的温度检测,可以保持实时测量状态。此时可以根据设定周期内某一时刻点的测量温度作为实时温度,也可以根据设定周期内测得的全部测量温度的平均值作为实时温度,还可以根据设定周期内测得的最高温度或最低温度作为实时温度。

[0105] 例如当设定周期为2分钟,当动力装置51开启后会保持开启2分钟。期间温度检测件71实时检测,并且将该设定周期临近末端时刻(如该2分钟里第1分钟50秒时)的实时温度,作为本设定周期结束后动力装置51是否更换状态的判断数据。

[0106] 在动力装置51处于设定周期内,对于悬浮电机1上设定位置的温度检测,也可以只在某一或者某些时刻点进行测量,这样可以减少检测得到的温度值数量,减少系统的数据处理量。

[0107] 在获得设定周期内的实时温度并进行判断时,比较参数也可以仍为第一设定温度 t_1 ,也可以选择与第一设定温度 t_1 不同的另一温度参数。

[0108] 在一些实施例中,如图8所示,当第一液冷回路31、第二液冷回路32相并联,且电机冷却系统100还包括用于控制第二液冷回路32的流动状态的开关件52时,开关件52的开关控制也可以采用与动力装置51相同的控制逻辑。当然,开关件52开启时还需要保证动力装置51运行,才能达到冷却液在第二液冷回路32流动散热,因此开关件52的开启前提是动力装置51保持运行。

[0109] 例如在一些实施例中,当实时温度大于或等于第一设定温度 t_1 时,控制动力装置51运行的步骤中,还需要将实时温度与第二设定温度 t_2 进行比较。

[0110] 当实时温度小于第二设定温度 t_2 时,控制开关件52关闭;

当实时温度大于等于第二设定温度 t_2 时,控制开关件52打开。

[0111] 这样可以根据实时温度与第二设定温度 t_2 的比较结果,判断出悬浮电机1降温是否紧急。当实时温度小于第二设定温度 t_2 时,判定悬浮电机1降温需求并不紧急,此时控制开关件52关闭,第一液冷回路31内冷却液流动而第二液冷回路32不流动,节省冷却液的循环用量,降低能耗。

[0112] 当实时温度大于等于第二设定温度 t_2 时,判定悬浮电机1降温需求紧急,此时控制开关件52打开,第一液冷回路31和第二液冷回路32内冷却液流动,提升散热速度。

[0113] 下面参考图1-图13描述根据本发明第四方面实施例的车辆1000。

[0114] 如图11所示,车辆1000包括:车身810、设置在车身810底部的车架820。车辆1000还

包括车轮830,车轮830安装在车架820上。

[0115] 在本发明方案的车辆1000中,可以包括上述第一方面实施例的悬浮电机1,也可以包括上述第二方面实施例的电机冷却系统100,电机冷却系统100中也包括悬浮电机1。这里对悬浮电机1、电机冷却系统100的结构不再赘述。

[0116] 其中,悬浮电机1的芯体11、壳体21中的一个连接车身810,芯体11、壳体21中的另一个连接车架820。具体而言,悬浮电机1可以正向设置,悬浮电机1也可以反向设置。正向设置时,悬浮电机1的定子部分连接车架820,悬浮电机1的定子部分连接车身810。反向设置时,悬浮电机1的定子部分连接车身810,悬浮电机1的定子部分连接车架820。如此设置,将悬浮电机1构成车辆1000的主动悬架,其驱动效果较高,且安装非常容易。

[0117] 通过在悬浮电机1上设置包括第一液冷回路31和第二液冷回路32的冷却结构30,第一液冷回路31的至少部分设在芯体11上,第二液冷回路32的至少部分设在壳周壁211上,使悬浮电机1可以内外双向液冷冷却散热,保证悬浮电机1的冷却降温效果,保障悬浮电机1的运行效率及绝缘性能,能够维护悬浮电机1的稳定运行。将悬浮电机1作为主动悬架安装在车辆1000上,保证了车辆1000运行的舒适性。

[0118] 下面结合一些具体示例描述车辆1000上不同类型悬浮电机1所采用的控制流程。

[0119] 参阅图6和图12,在一些具体示例中,车辆1000所使用的悬浮电机1,其第一液冷回路31串联连接在第二液冷回路32上游。车辆1000关于悬浮电机1的冷却控制流程如图12所示:

Q11:开始,然后进入Q12;

Q12:系统自检和整车运行状态监测,然后进入Q13;

Q13:判断自检和监测的结果是否正常,如果正常则进入Q16,如果不正常则进入Q14;

Q14:发出信号预警,然后进入Q15;

Q15:排故维修,回到Q12;

Q16:获取悬浮电机1的设定位置的实时温度,然后进入Q17;

Q17:判断实时温度是否小于第一设定温度 t_1 ,如果是则进入Q19,如果否则进入Q18;

Q18:将动力装置51开启或者保持开启,并将动力装置51保持开启并运行达设定周期,然后回到Q16;

Q19:将动力装置51关闭或者保持关闭,然后回到Q16,如此循环往复。

[0120] 在到达Q19步骤后,可以随时跳转到Q20;

Q20:悬浮电机1的冷却完成,进入Q21;

Q21:结束。

[0121] 在一些具体示例中,冷却液为水,当温度检测件71检测到设定位置的水温大于等于第一设定温度 t_1 时,处理器72会通过控制器73启动冷却液的循环回路对悬浮电机1进行冷却。一个设定周期为两分钟,在即将到达两分钟时处理器72根据温度检测件71检测到的实时温度进行处理计算。若实时温度低于第一设定温度 t_1 ,则到达两分钟时关闭冷却液的循环回路,直至温度检测件71检测出实时温度大于等于第一设定温度 t_1 时重新启动冷却液的循环回路。

[0122] 若在一个设定周期即将到达两分钟时,温度检测件71检测出实时温度大于等于第一设定温度 t_1 ,则两分钟后冷却液的循环回路保持开启,直至下一个设定周期即将完成且实时温度低于第一设定温度 t_1 时,冷却液的循环回路关闭。以上过程中温度检测件71会进行实时监测,处理器72也会实时接收实时温度检测件71信号并进行处理计算,保证悬浮电机1散热的及时性和高效性。分时段性的冷却控制方式可以避免造成能源的大量浪费,更加节能环保。

[0123] 参阅图8和图13,在另一些具体示例中,车辆1000所使用的悬浮电机1,其第一液冷回路31、第二液冷回路32并联连接,且还设置开关件52对第二液冷回路32进行控制。车辆1000关于悬浮电机1的冷却控制流程如图13所示:

R11:开始,然后进入R12;
R12:系统自检和整车运行状态监测,然后进入R13;
R13:判断自检和监测的结果是否正常,如果正常则进入R16,如果不正常则进入R14;
R14:发出信号预警,然后进入R15;
R15:排故维修,回到R12;
R16:获取悬浮电机1的设定位置的实时温度,然后进入R17;
R17:判断实时温度是否小于第一设定温度 t_1 ,如果是则进入R19,如果否则进入R18;
R18:判断实时温度是否小于第二设定温度 t_2 ,如果是则进入R22,如果否则进入R23;
R19:将动力装置51关闭或者保持关闭,将开关件52关闭或者保持关闭,然后回到R16,如此循环往复;
在到达R19步骤后,可以随时跳转到R20;
R20:悬浮电机1的冷却完成,进入R21;
R21:结束;
R22:将动力装置51开启或者保持开启,将开关件52关闭或者保持关闭,然后回到R16,如此循环往复;
R23:将动力装置51开启或者保持开启,将开关件52开启或者保持开启,然后回到R16,如此循环往复。

[0124] 此结构可根据悬浮电机1设定位置的实时温度大小,对第二液冷回路32进行适时通断,使整个冷却循环回路更加高效和节能。

[0125] 在一个具体示例中,在一车辆1000中其冷却控制流程如下:

首先,车辆1000启动后系统进行自检和整车运行及控制策略检测,如有问题会在指定位置发出图像或者声音预警信号,由驾驶人根据说明书进行自助排故,或遇特殊异常时由专业技术人员进行维修处理。如系统自检和整车运行及控制策略检测正常,悬浮电机1内部温度检测件71工作,温度检测开始。一般车辆1000初启动时悬架才开始工作,此时内部温度不会很高,如果开启液压冷却循环会造成能源的浪费。因此,我们设定第一设定温度 t_1 来避免车辆1000能源不必要的浪费。

[0126] 当悬浮电机1内部设定位置的实时温度小于 t_1 时,悬浮电机1内部温度在要求范围

内,冷却液的循环回路不工作,相应动力装置51、开关件52保持关闭,同时温度检测件71正常进行。需要说明的是,温度检测件71在悬浮电机1运动过程中实时监测,处理器72接收到温度检测件71信号进行实时计算处理,保证冷却系统的及时和高效运行。

[0127] 当温度检测件71检测到实时温度大于等于 t_1 、且小于 t_2 时,此时处理器72通过控制器73开启动力装置51,第一液冷回路31工作并对悬浮电机1内部进行降温,直至温度检测件71检测到实时温度小于 t_1 ,冷却完成。此时,处理器72通过控制器73关闭动力装置51,第一液冷回路31关闭。

[0128] 当温度检测件71检测实时温度大于等于 t_2 时,此时相应开关件52开启,且动力装置51处于工作状态,第一液冷回路31、第二液冷回路32同时开启,对悬浮电机1进行快速降温,直至温度检测件71检测实时温度小于 t_2 。此时,控制器73关闭开关件52,第二液冷回路32关闭。动力装置51保持开启,仅通过第一液冷回路31对悬浮电机1进行冷却,直至温度检测件71检测温度小于 t_1 。此时,处理器72通过控制器73关闭动力装置51,冷却完成。

[0129] 以上控制策略以悬浮电机1内部温度作为触发条件,系统可通过悬浮电机1内部温度检测件71的检测结果作为参数,相应的控制动力装置51和开关件52的通断,快速实现悬浮电机1的冷却降温,更加节能和高效。

[0130] 补充说明,由于温度检测件71内置,实时温度为悬浮电机1内部实际温度,相对于直接测量水温的方式测量效果更明显,测量温度数值也更大。因此,此处 t_1 可控制在 $20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$, t_2 可控制在 $80^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 之间。

[0131] 根据本发明实施例的车辆1000的其他构成例如驾驶系统和动力系统等,其结构以及工作原理对于本领域普通技术人员而言都是已知的,这里不再详细描述。

[0132] 在本说明书的描述中,参考术语“实施例”、“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。

[0133] 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。

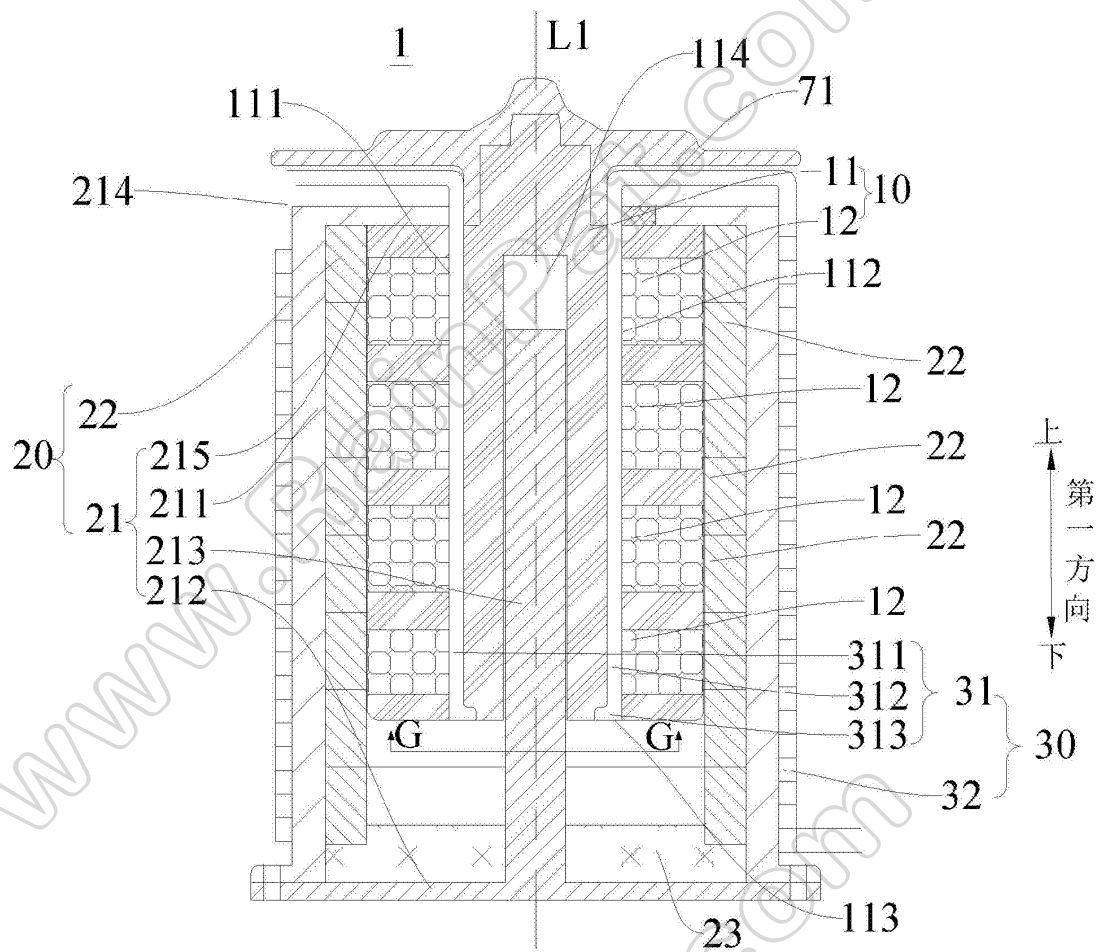


图1

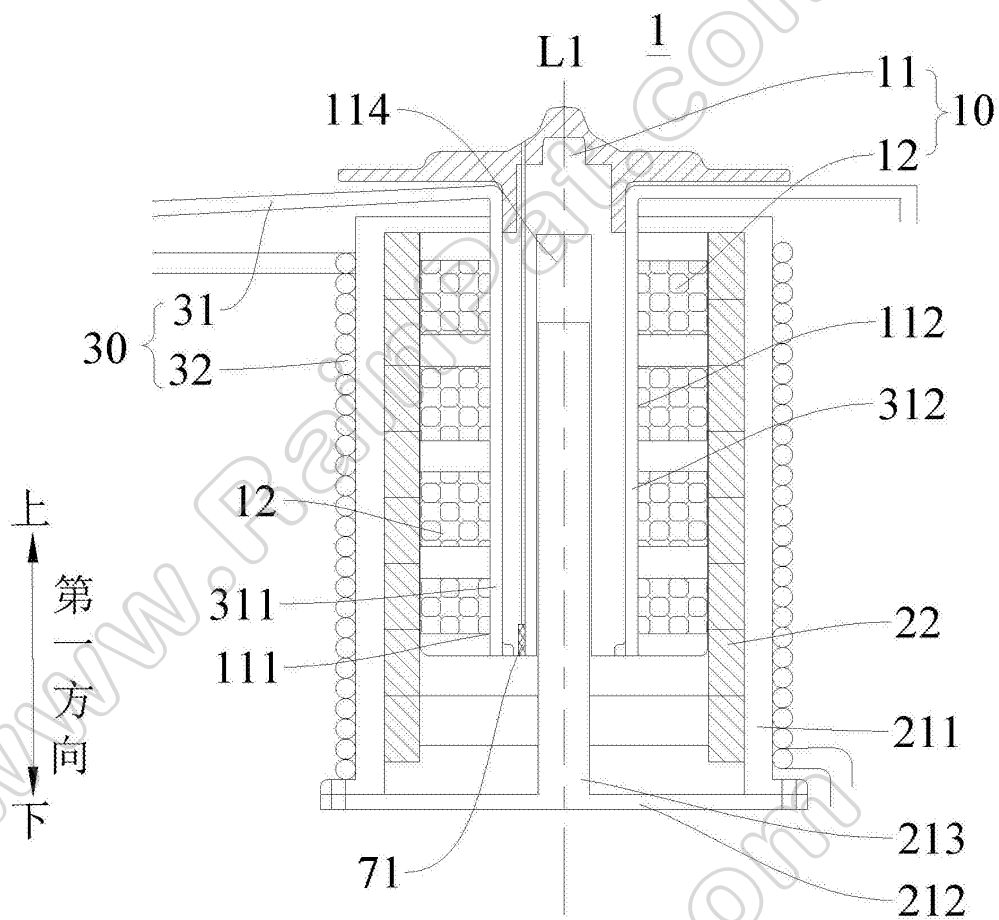


图2

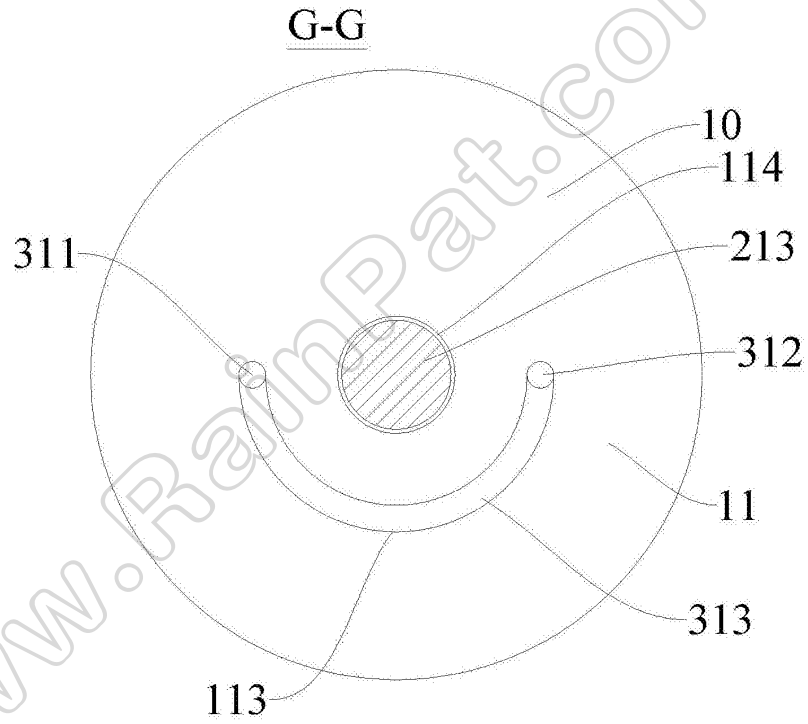


图3

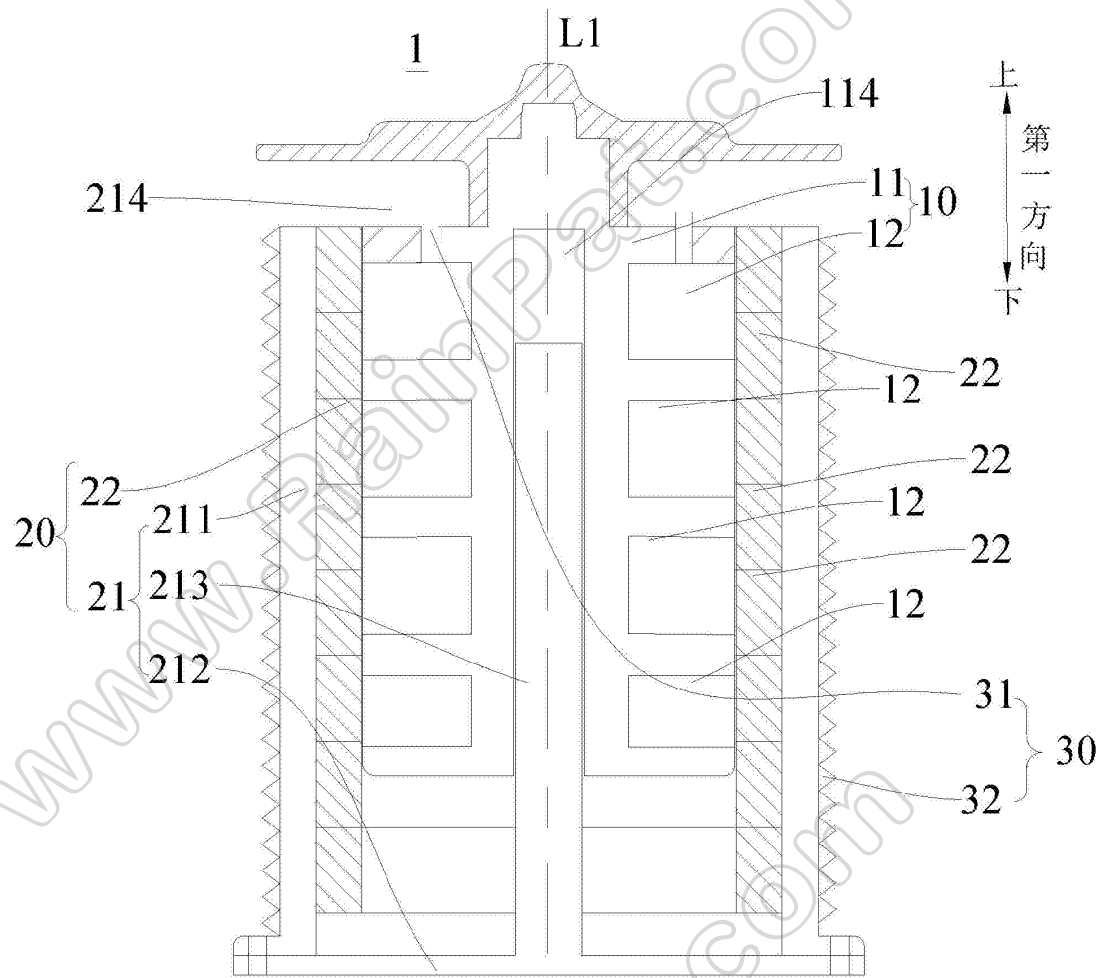


图4

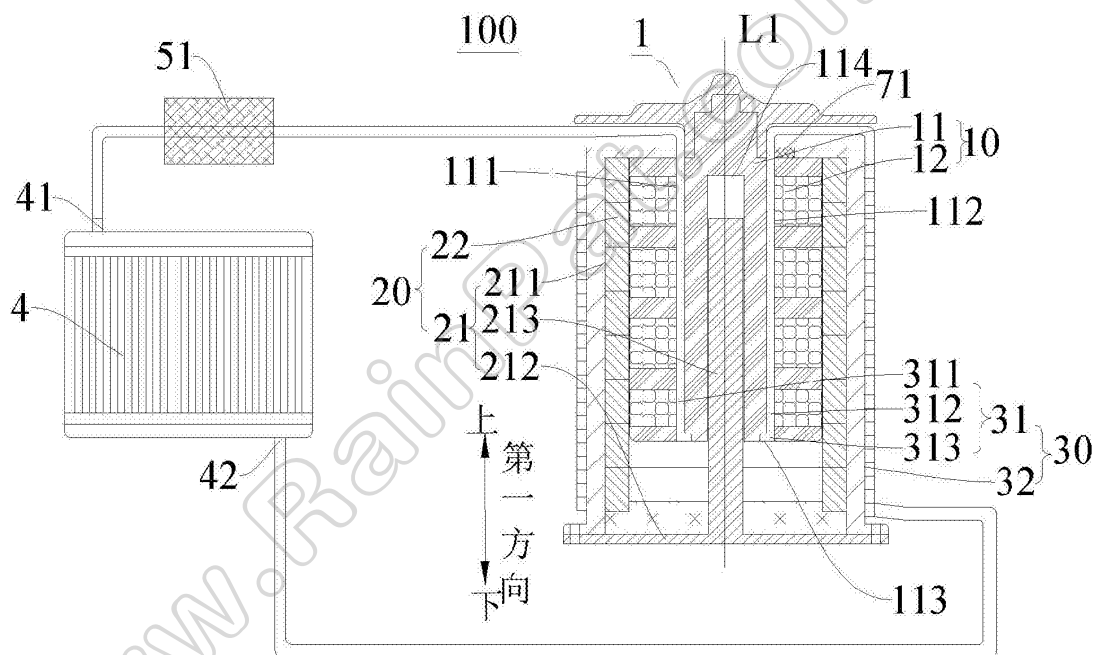


图6

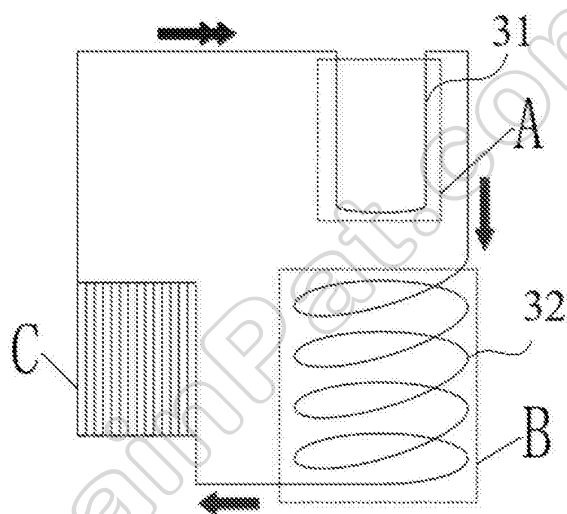


图7

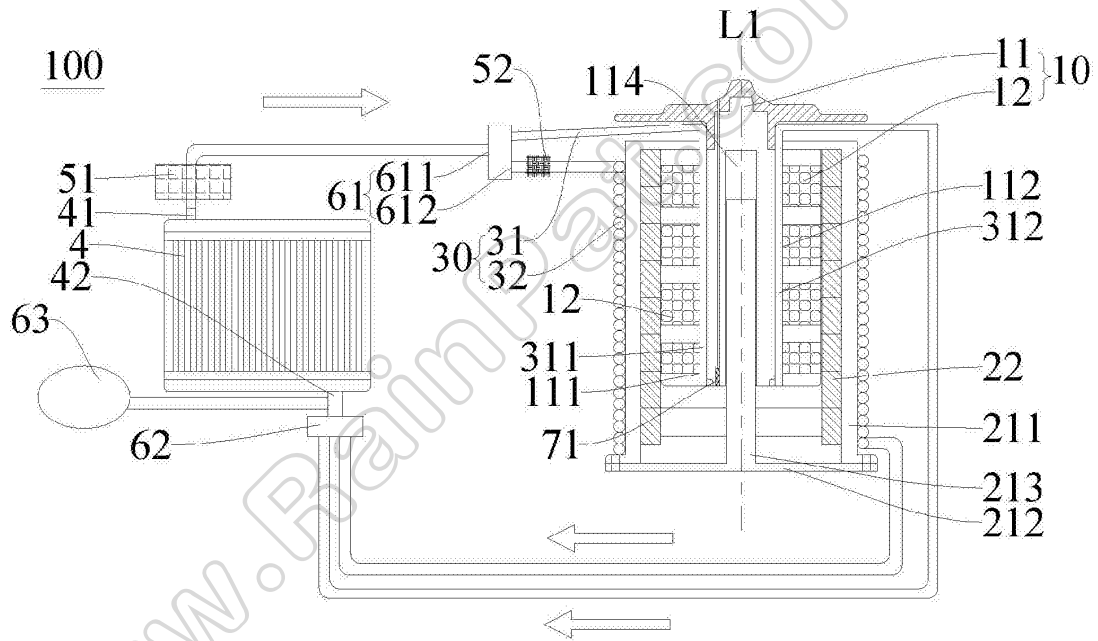


图8

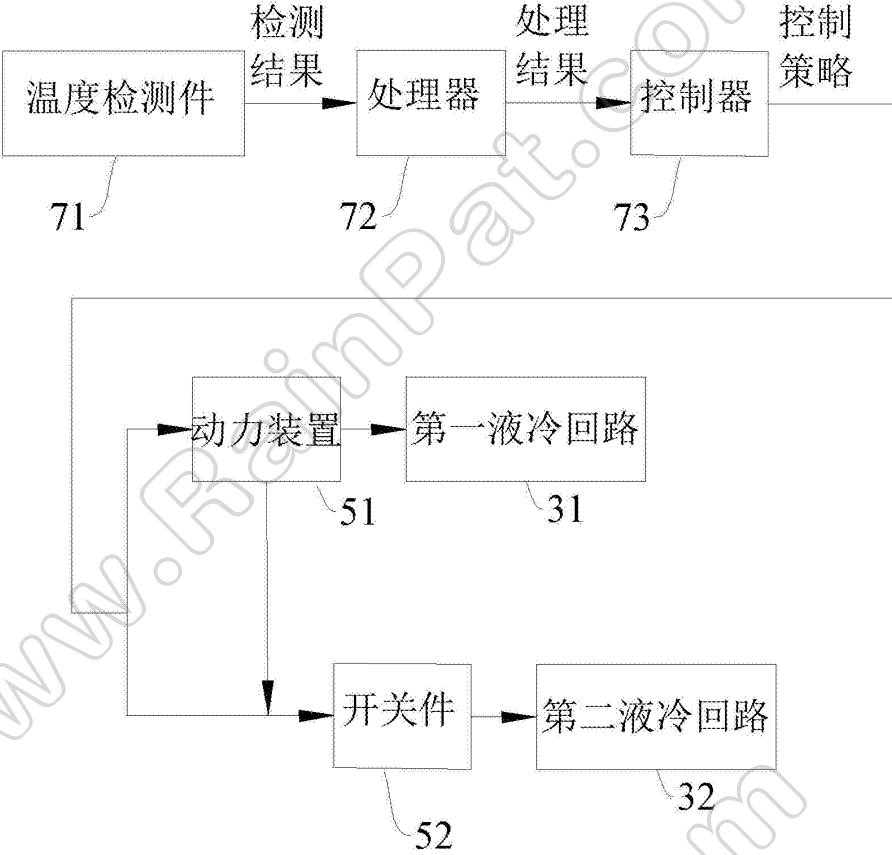


图9

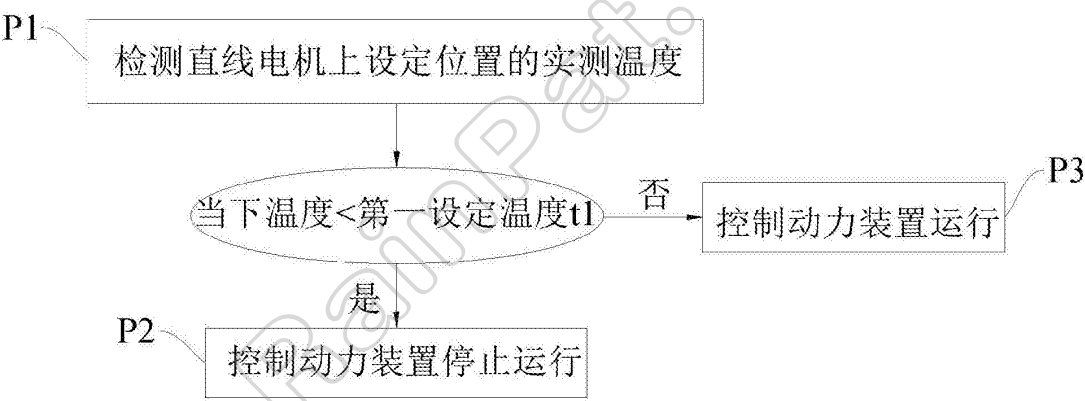


图10

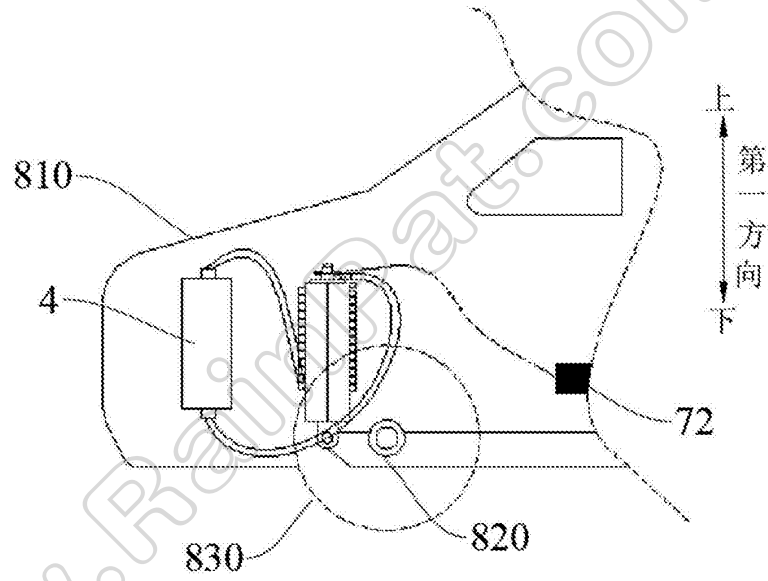


图11

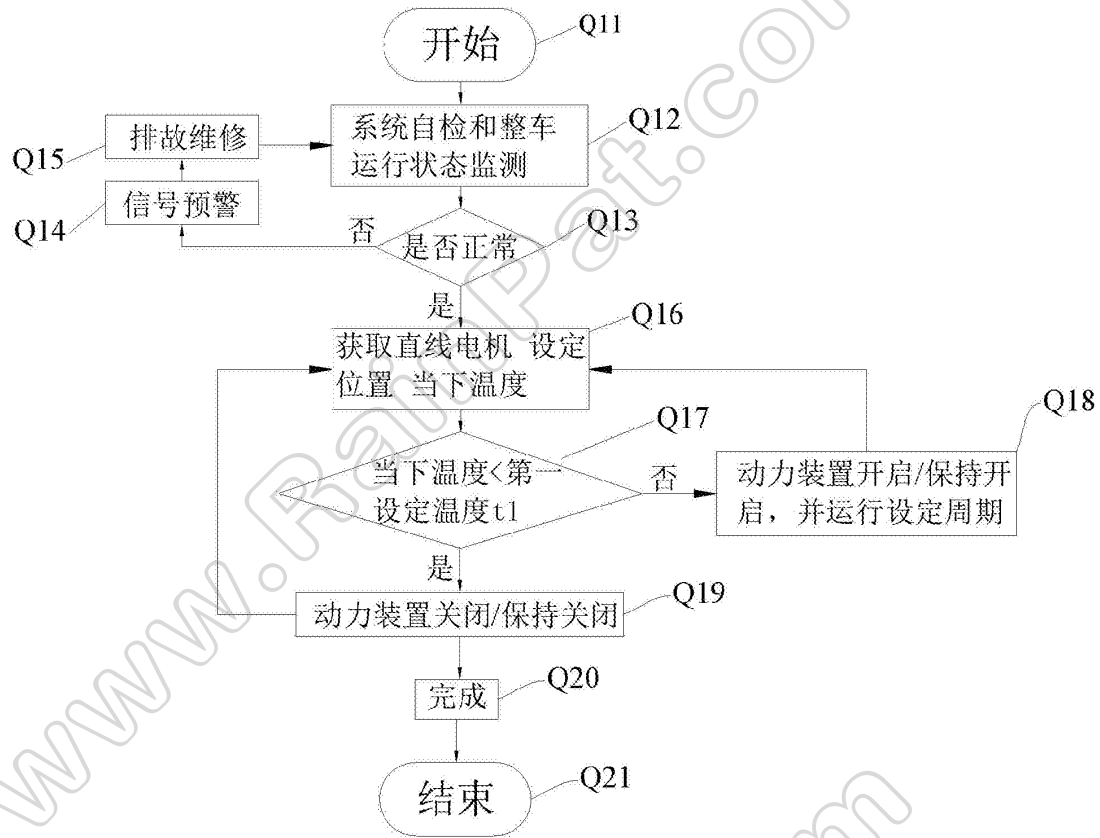


图12

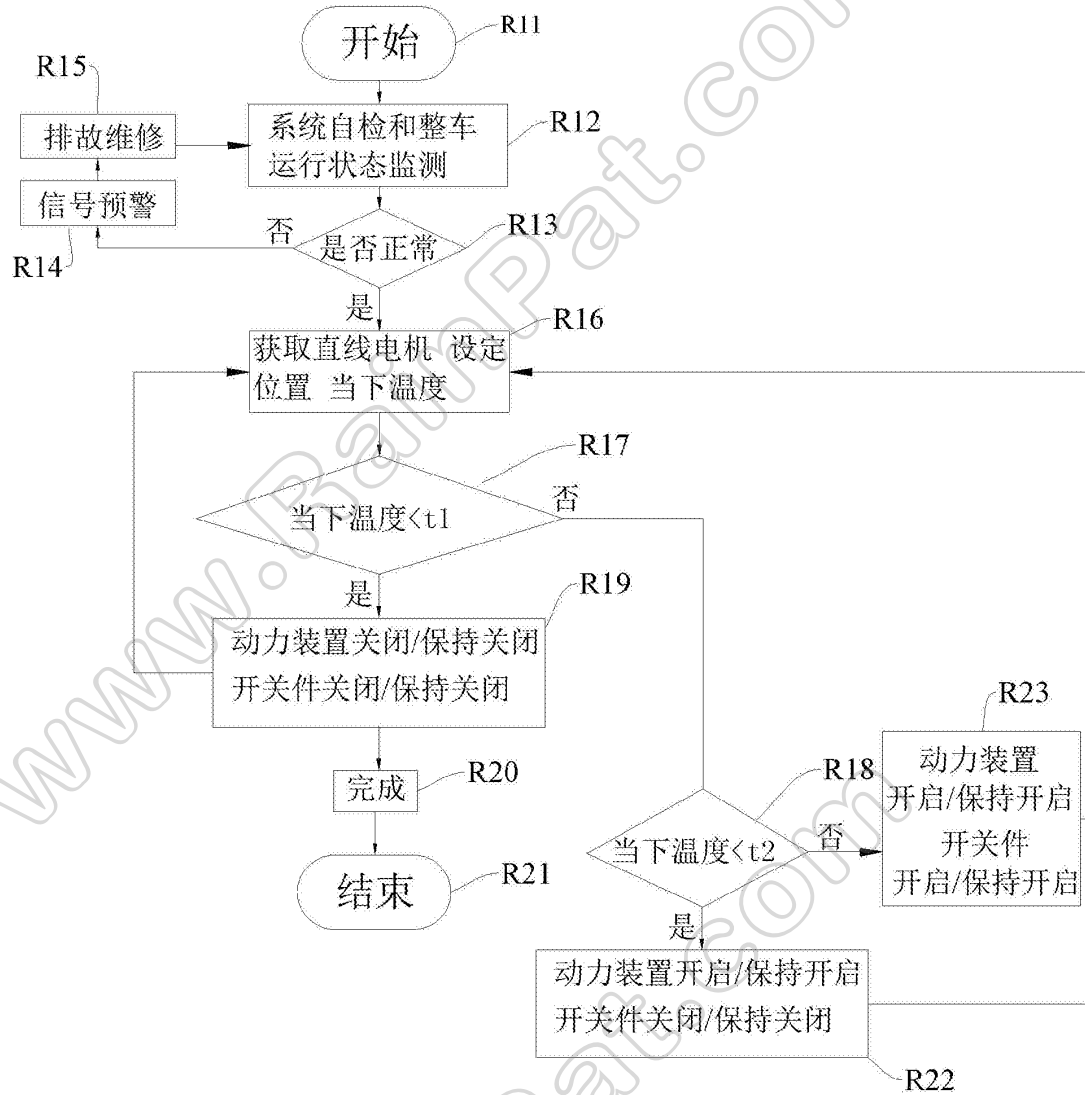


图13