



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109159657 A

(43)申请公布日 2019.01.08

(21)申请号 201810818700.X

(22)申请日 2018.07.24

(71)申请人 中国第一汽车股份有限公司

地址 130011 吉林省长春市西新经济技术  
开发区东风大街2259号

(72)发明人 王文帅 张明宇 王宇鹏 张天强  
王艳薇 熊演峰 郭亚辰 郑九阳

(74)专利代理机构 北京青松知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 11384

代理人 郑青松

(51)Int.Cl.

B60K 1/00(2006.01)

B60L 58/26(2019.01)

B60H 1/14(2006.01)

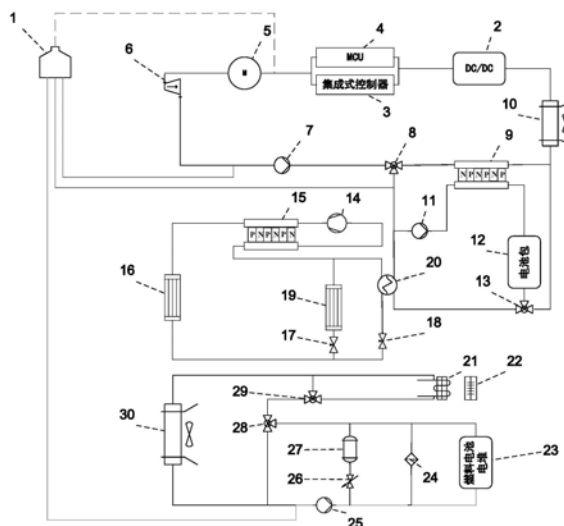
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

燃料电池整车热管理系统

(57)摘要

本发明公开了一种燃料电池整车热管理系统,其特征在于,包括功率电子冷却系统、燃料电池冷却系统、动力电池热管理系统与空调系统;热电转换装置一侧与动力电池热管理系统组成动力电池冷却液回路,另一侧串联于所述的功率电子冷却系统的冷却液回路中;热电装置设置于空调系统中,分别与流出空调系统的空调压缩机的冷却剂和流经驾驶室蒸发器或者电池制冷交换器的冷却剂相接触。本发明燃料电池车整热管理系统,将整车不同的热管理子系统整合,运用半导体材料通过热量转换的方式实现功率电子系统的冷却;同样的方式,实现空调系统回热效果,避免空调压缩机液击现象,提高了空调系统的能效比和寿命。



1. 一种燃料电池整车热管理系统,其特征在于,包括功率电子冷却系统、燃料电池冷却系统、动力电池热管理系统与空调系统;

热电转换装置一侧与动力电池热管理系统组成动力电池冷却液回路,另一侧串联于所述的功率电子冷却系统的冷却液回路中;

热电装置设置于空调系统中,分别与流出空调系统的空调压缩机的冷却剂和流经驾驶室蒸发器或者电池制冷交换器的冷却剂相接触;

所述燃料电池冷却系统将燃料电池电堆工作时产生的多余热量传递于环境或乘员舱中,维持燃料电池系统温度在最佳的工作温度区间。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,所述动力电池热管理系统包括电池水泵、电池制冷交换器和动力电池,所述热电转换装置的冷端的出口与所述动力电池的冷却管路的入口连接,所述动力电池的冷却管路的出口连接于电池三通阀的一个端口;所述电池三通阀的第二个端口通过电池制冷交换器和电池水泵连接于所述热电转换装置的冷端的入口。

3. 根据权利要求2所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,所述功率电子冷却系统包括燃料电池DC/DC、集成式控制器、电机控制器、驱动电机、燃料电池用空压机、电机水泵和电机散热器;

所述电池三通阀的第三个接口连接于所述热电转换装置的热端的出口,并且还连接于电机散热器,所述电机散热器的另一端连接于燃料电池DC/DC的冷却管路的一端,所述燃料电池DC/DC的冷却管路的另一端分别连接于集成式控制器的冷却管路的一端以及电机控制器的冷却管路一端,所述集成式控制器的冷却管路以及电机控制器的冷却管路的另一端连接于驱动电机的冷却管路的一端,所述驱动电机的冷却管路的另一端连接于燃料电池用空压机的冷却管路的一端,所述燃料电池用空压机的冷却管路的另一端通过电机水泵连接于电机三通阀的一个端口,并且所述电机三通阀的第二个端口连接于所述热电转换装置的热端的入口,所述电机三通阀的第三个端口连接于所述电池水泵与所述电池制冷交换器的连接处。

4. 根据权利要求1所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,所述燃料电池冷却系统包括燃料电池电堆、去离子器、燃料电池水泵、中冷器和燃料电池散热器;

所述燃料电池电堆的冷却管路的两端并联有去离子器以及中冷器,并且所述中冷器与燃料电池电堆之间设置有电磁二通阀;

所述燃料电池电堆的冷却管路的一端连接于内外循环三通阀的一个端口,所述内外循环三通阀的第二个端口通过燃料电池水泵连接于所述燃料电池电堆的冷却管路的另一端;

所述内外循环三通阀的另一端还连接于燃料电池散热器的入口,所述燃料电池散热器的出口连接于暖风三通阀的一个端口,以及室内暖风交换器的入口,所述室内暖风交换器的出口连接于所述暖风三通阀的第二个端口,所述暖风三通阀的第三个端口连接于所述内外循环三通阀的第三个端口。

5. 根据权利要求3所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,所述空调系统包括电动空调压缩机、热电装置、室外冷凝器、制冷节流管、驾驶室蒸发器和室内暖风交换器;

所述热电装置的冷端的出口通过空调压缩机连接于热电装置的热端的入口,所述热电装置的热端的出口通过室外冷凝器分别连接制冷节流管的一端以及电池冷却膨胀阀的一

端,所述制冷节流管的另一端通过驾驶室蒸发器连接于所述热电装置的冷端的入口,所述电池冷却膨胀阀的另一端通过电池制冷换热器连接于热电装置的冷端的入口。

6.根据权利要求1所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,还包括膨胀水箱,所述膨胀水箱用于向功率电子冷却系统、燃料电池冷却系统与空调系统补充冷却液。

7.根据权利要求4所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,所述中冷器为水冷式中冷器。

8.根据权利要求1所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,所述热电转换装置由半导体制冷片组成,通过改变通过制冷片电流方向实现加热或制冷功能。

9.根据权利要求1所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,热电转换装置和热电装置分别由不同半导体材料组成。

10.根据权利要求1所述的燃料电池整车热管理系统,其特征在于,所述空调系统还包括风暖PTC。

## 燃料电池整车热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于新能源汽车技术领域,涉及一种燃料电池车整车热管理系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 目前,燃料电池汽车作为未来清洁能源先进技术,国内外各大主机厂重视并积极推荐其产业化发展。与传统动力的整车热管理相对比,燃料电池整车集成多个热管理子系统。其中燃料电池电堆通过电化学反应实现高品质能量的转化,目前燃料电池的效率达到45%以上,其余能量以低品质热能的形式散失。动力电池作为整车辅助能量源,工作温度区间需要满足。整车空调系统既要满足乘员舱舒适度要求又要提高自身效率和寿命。

[0003] 专利文献1(CN104201406B)和专利文献2(CN103904347A)提出利用半导体材料热量回收技术,实现了燃料电池系统冷却液余热回收功能。

[0004] 专利文献3(CN101279580)提供了利用燃料电池发动机余热的热泵空调系统,满足驾驶室制冷和采暖需求,整合了整车空调系统和燃料电池系统。

[0005] 专利文献4(CN106183789A)和专利文献5(CN103612570A),利用空调系统通过热交换器的方式和PTC加热的方式实现动力电池系统的热管理需求。

[0006] 目前现有的燃料电池车整车技术方案中的空调系统、燃料电池系统、动力电池热管理系统以及电机系统冷却系统局限于各子系统的热量管理,对于整车层面上未实现全局整合,没有形成高效综合的整车热管理系统,各子系统未利用分级管理策略优化热管理方案。

[0007] 燃料电池车辆在低温环境行驶中,动力电池和驾驶室有加热的需求,目前只通过启动PTC加热,没有充分利用功率电子系统余热和燃料电池系统的余热,增加电耗,没有达到热管理资源的最大利用率。

[0008] 综上,现有技术中的燃料电池整车热管理系统,存在各子系统彼此独立,存在整车级热管理系统效率低、各子系统的热量未实现分级精细化管理等问题。

### 发明内容

[0009] 本发明目的是提供一种燃料电池整车热管理系统,将燃料电池冷却系统、功率电子冷却系统、空调系统以及动力电池热管理系统相互耦合,整车级别管理热量,满足动力电池子系统维持工作温度保持在合理范围,实现燃料电池系统和空调系统能量的高效利用。

[0010] 本发明解决技术问题采用如下技术方案:一种燃料电池整车热管理系统,其包括功率电子冷却系统、燃料电池冷却系统、动力电池热管理系统与空调系统;

[0011] 热电转换装置一侧与动力电池热管理系统组成动力电池冷却液回路,另一侧串联于所述的功率电子冷却系统的冷却液回路中;

[0012] 热电装置设置于空调系统中,分别与流出空调系统的空调压缩机的冷却剂和流经驾驶室蒸发器或者电池制冷交换器的冷却剂相接触;

[0013] 所述燃料电池冷却系统用于将燃料电池电堆工作时产生的多余热量传递于环境或乘员舱中,维持燃料电池系统温度在最佳的工作温度区间。

[0014] 可选的,所述动力电池热管理系统包括电池水泵、电池制冷交换器和动力电池,所述热电转换装置的冷端的出口与所述动力电池的冷却管路的入口连接,所述动力电池的冷却管路的出口连接于电池三通阀的一个端口;所述电池三通阀的第二个端口通过电池制冷交换器和电池水泵连接于所述热电转换装置的冷端的入口。

[0015] 可选的,所述功率电子冷却系统包括燃料电池DC/DC、集成式控制器、电机控制器、驱动电机、燃料电池用空压机、电机水泵和电机散热器;

[0016] 所述电池三通阀的第三个接口连接于所述热电转换装置的热端的出口,并且还连接于电机散热器,所述电机散热器的另一端连接于燃料电池DC/DC的冷却管路的一端,所述燃料电池DC/DC的冷却管路的另一端分别连接于集成式控制器的冷却管路的一端以及电机控制器的冷却管路一端,所述集成式控制器的冷却管路以及电机控制器的冷却管路的另一端连接于驱动电机的冷却管路的一端,所述驱动电机的冷却管路的另一端连接于燃料电池用空压机的冷却管路的一端,所述燃料电池用空压机的冷却管路的另一端通过电机水泵连接于电机三通阀的一个端口,并且所述电机三通阀的第二个端口连接于所述热电转换装置的热端的入口,所述电机三通阀的第三个端口连接于所述电池水泵与所述电池制冷交换器的连接处。

[0017] 可选的,所述燃料电池冷却系统包括燃料电池电堆、去离子器、燃料电池水泵、中冷器和燃料电池散热器;

[0018] 所述燃料电池电堆的冷却管路的两端并联有去离子器以及中冷器,并且所述中冷器与燃料电池电堆之间设置有电磁二通阀;

[0019] 所述燃料电池电堆的冷却管路的一端连接于内外循环三通阀的一个端口,所述内外循环三通阀的第二个端口通过燃料电池水泵连接于所述燃料电池电堆的冷却管路的另一端;

[0020] 所述内外循环三通阀的另一端还连接于燃料电池散热器的入口,所述燃料电池散热器的出口连接于暖风三通阀的一个端口,以及室内暖风交换器的入口,所述室内暖风交换器的出口连接于所述暖风三通阀的第二个端口,所述暖风三通阀的第三个端口连接于所述内外循环三通阀的第三个端口。

[0021] 可选的,所述空调系统包括电动空调压缩机、热电装置、室外冷凝器、制冷节流管、驾驶室蒸发器和室内暖风交换器;

[0022] 所述热电装置的冷端的出口通过空调压缩机连接于热电装置的热端的入口,所述热电装置的热端的出口通过室外冷凝器分别连接制冷节流管的一端以及电池冷却膨胀阀的一端,所述制冷节流管的另一端通过驾驶室蒸发器连接于所述热电装置的冷端的入口,所述电池冷却膨胀阀的另一端通过电池制冷交换器连接于热电装置的冷端的入口。

[0023] 可选的,所述的燃料电池整车热管理系统还包括膨胀水箱,所述膨胀水箱用于向功率电子冷却系统、燃料电池冷却系统与空调系统补充冷却液。

[0024] 可选的,所述中冷器为水冷式中冷器。

[0025] 可选的,所述热电转换装置由半导体制冷片组成,通过改变通过制冷片电流方向实现加热或制冷功能。

[0026] 可选的,热电转换装置和热电装置分别由不同半导体材料组成。

[0027] 可选的,所述空调系统还包括风暖PTC。

[0028] 本发明具有如下有益效果:本发明燃料电池车整车热管理系统,将整车不同的热管理子系统整合,运用半导体材料通过热量转换的方式实现功率电子系统的冷却;同样的方式,实现空调系统回热效果,避免空调压缩机液击现象,提高了空调系统的能效比和寿命。将功率电子冷却系统与动力电池热管理系统耦合,满足环境温度低时动力电池加热,环境温度高时,功率电子系统的能量回收,提升了整车的能量利用率。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明的燃料电池整车热管理系统的原理图;

[0030] 图2为本发明的燃料电池冷却回路连接图;

[0031] 图3为本发明的功率电子冷却回路连接图;

[0032] 图4为本发明的动力电池自循环、预热回路连接图;

[0033] 图5为本发明的动力电池加热循环图;

[0034] 图6为本发明的动力电池强制冷却循环图;

[0035] 图7为本发明的空调制冷循环图;

[0036] 图8为本发明的空调暖风循环图;

[0037] 图中标记示意为:1-膨胀水箱;2-燃料电池DC/DC;3-集成式控制器;4-电机控制器;5-驱动电机;6-燃料电池用空压机;7-电机水泵;8-电机三通阀;9-热电转换装置;10-电机散热器;11-电池水泵;12-动力电池;13-电池三通阀;14-电动空调压缩机;15-热电装置;16-室外冷凝器;17-制冷节流管;18-电池冷却膨胀阀;19-驾驶室蒸发器;20-电池制冷换热器;21-室内暖风换热器;22-风暖PTC;23-燃料电池电堆;24-去离子器;25-燃料电池水泵;26-电磁二通阀;27-中冷器;28-内外循环三通阀;29-暖风三通阀;30-燃料电池散热器。

## 具体实施方式

[0038] 下面结合实施例及附图对本发明的技术方案作进一步阐述。

[0039] 实施例1

[0040] 本实施例提供了一种燃料电池整车热管理系统,尤其是一种采用温差发电系统的燃料电池整车热管理系统,包括功率电子冷却系统、燃料电池冷却系统、动力电池热管理系统与空调系统。

[0041] 所述功率电子冷却系统包括燃料电池DC/DC 2、集成式控制器3、电机控制器(MCU)4、驱动电机5、燃料电池用空压机6、电机水泵7和电机散热器10。

[0042] 所述热电转换装置9一侧与动力电池12串联组成动力电池冷却液回路,另一侧串联于所述的功率电子冷却液回路中。

[0043] 即,所述热电转换装置9的冷端的出口与所述动力电池12的冷却管路的入口连接,所述动力电池(电池包)12的冷却管路的出口连接于电池三通阀13的一个端口。

[0044] 所述电池三通阀13的第二个端口通过电池制冷换热器20和电池水泵11连接于所述热电转换装置9的冷端的入口,从而将热电转换装置9连接于动力电池12的冷却液回路。

[0045] 所述电池三通阀13的第三个接口连接于所述热电转换装置9的热端的出口,并且

还连接于电机散热器10,所述电机散热器10的另一端连接于燃料电池DC/DC的冷却管路的一端,所述燃料电池DC/DC的冷却管路的另一端分别连接于集成式控制器3的冷却管路的一端以及电机控制器4的冷却管路一端,所述集成式控制器3的冷却管路以及电机控制器4的冷却管路的另一端连接于驱动电机的冷却管路的一端,所述驱动电机的冷却管路的另一端连接于燃料电池用空压机6的冷却管路的一端,所述燃料电池用空压机6的冷却管路的另一端通过电机水泵连接于电机三通阀8的一个端口,并且所述电机三通阀8的第二个端口连接于所述热电转换装置9的热端的入口,所述电机三通阀8的第三个端口连接于所述电池水泵11与所述电池制冷换热器20的连接处。

[0046] 更优选地,所述集成式控制器包括转向油泵控制器、制动空压机控制器以及燃料电池用空压机控制器。

[0047] 所述燃料电池冷却系统包括燃料电池电堆23、去离子器24、燃料电池水泵25、中冷器27和燃料电池散热器30。

[0048] 所述燃料电池电堆的冷却管路的两端并联有去离子器24以及中冷器27,并且所述中冷器与燃料电池电堆之间设置有电磁二通阀26,所述去离子器处于常闭状态,只有在冷却液达到某一离子浓度时才开启去离子功能。

[0049] 所述燃料电池电堆的冷却管路的一端连接于内外循环三通阀的一个端口,所述内外循环三通阀的第二个端口通过燃料电池水泵连接于所述燃料电池电堆的冷却管路的另一端。

[0050] 所述内外循环三通阀的另一端还连接于燃料电池散热器30的入口,所述燃料电池散热器30的出口连接于暖风三通阀29的一个端口,以及室内暖风交换器的入口,所述室内暖风交换器21的出口连接于所述暖风三通阀29的第二个端口,所述暖风三通阀的第三个端口连接于所述内外循环三通阀的第三个端口。

[0051] 所述空调系统包括电动空调压缩机14、热电装置15、室外冷凝器16、制冷节流管17、驾驶室蒸发器19、室内暖风交换器21和风暖PTC22。

[0052] 所述热电装置15分别与流出空调压缩机14的冷却剂和流经驾驶室蒸发器19或者电池制冷换热器20的冷却剂相接触。

[0053] 所述电池制冷换热器20与具有截止功能的电池冷却膨胀阀18串联,一侧为制冷剂循环回路,另一侧与动力电池热管理系统形成冷却液循环回路。

[0054] 具体地,所述热电装置15的冷端的出口通过空调压缩机14连接于热电装置15的热端的入口,所述热电装置15的热端的出口通过室外冷凝器分别连接制冷节流管17的一端以及电池冷却膨胀阀18的一端,所述制冷节流管的另一端通过驾驶室蒸发器连接于所述热电装置15的冷端的入口,所述电池冷却膨胀阀的另一端通过电池制冷换热器20连接于热电装置15的冷端的入口。

[0055] 所述空调系统具有制冷和采暖两种工况;并集成风暖PTC。

[0056] 所述制冷工况,制冷剂依次经过电动空调压缩机、热电装置、室外冷凝器后分别进入驾驶室蒸发器和电池制冷换热器,电池制冷换热器与驾驶室蒸发器并联后与热电装置串联。

[0057] 所述采暖工况,冷却液从由中冷器与去离子器、燃料电池电堆并联总成进入室内暖风交换器,然后顺次进入燃料电池散热器;所述风暖PTC与室内暖风交换器并联,当燃料

电池冷却液不经过室内暖风换热器时,风暖PTC单独工作加热。

[0058] 本实施例中,优选地,所述燃料电池整车热管理系统还包括膨胀水箱,所述膨胀水箱用于向功率电子冷却系统、燃料电池冷却系统与空调系统补充冷却液。

[0059] 如图2,所述燃料电池冷却系统冷却回路存在两条回路,按照内外循环三通阀28的控制,内部循环冷却液流经中冷器27、去离子器24、燃料电池电堆23,外部循环中冷却液经内外循环三通阀28、暖风三通阀29的切换,流经燃料电池散热器30。

[0060] 如图3,所述功率电子冷却系统的冷却回路中,冷却液在燃料电池DC/DC2、集成式控制器3、电机控制器4、驱动电机5、燃料电池用空压机6、电机水泵7、电机三通阀8、热电转换装置9、电机散热器10组成的回路中循环,此循环中热电转换装置9处于工作状态,动力电池热管理系统(包括电池水泵11和动力电池12)未处于加热回路。

[0061] 如图4,所述动力电池热管理系统的自循环冷却和预热回路中,冷却液流经热电转换装置9、动力电池12、电池三通阀13、电池制冷换热器20和电池水泵11,并且电池冷却膨胀阀18关闭;当动力电池需要冷却且生热功率处于某一功率时,热电转换装置9利用整车低压电能将循环中的热量转移至功率电子冷却系统的冷却回路中,处于冷却功能,相反在动力电池单体温度低于某一温度时,装置作为加热器作用加热循环系统中的冷却液,减少工作温度过低对动力电池的损伤。

[0062] 如图5,所述动力电池热管理系统的电池加热回路中,冷却液流经燃料电池DC/DC(直流转换器)2、集成式控制器3、电机控制器4、驱动电机5、燃料电池用空压机6、电机水泵7、电机三通阀8、电池水泵11、热电转换装置9、动力电池12、电池三通阀13、电机散热器10。利用功率电子产生的热量对动力电池保温,此循环中热电转换装置9不工作。

[0063] 如图6,所述动力电池热管理系统的电池强制冷却回路中,冷却液流经热电转换装置9、动力电池12、电池三通阀13、电池制冷换热器20、电池水泵11。当电池生热功率超过热电装置冷却功率时,空调制冷循环开启,电池冷却膨胀阀18开启,热电转换装置9不工作。

[0064] 如图7,所述空调冷却系统的空调制冷循环图,制冷剂依次经过电动空调压缩机14、热电装置15、室外冷凝器16、制冷节流管17、驾驶室蒸发器19。电池冷却膨胀阀支路在电池强制冷却时开启,此循环中热电装置15利用两侧不同的温度将热能产生电能,同时起到回热效果,避免出现“液击”现象。

[0065] 如图8,所述空调制冷的空调暖风循环图,室内暖风换热器21串联燃料电池外循环冷却回路中,一侧与经过燃料电池电堆23、中冷器27支路连接,另一侧与燃料电池散热器30连接,利用燃料电池系统产生的热量满足用户制暖需求,此时风暖PTC不工作;只有燃料电池冷却系统处于内部循环时,风暖PTC处于工作状态。

[0066] 本发明的采用温差发电系统的燃料电池整车热管理系统,在低温环境中,燃料电池电堆降低其对外输出功率,通过反应过量阴、阳极气体,积累多余热量加热电堆实现冷启动。

[0067] 所述动力电池热管理系统根据电池单体温度、动力电池系统生热功率选择不同冷却液回路。当电池单体温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ (可标定)时,所述动力电池系统采用预热回路;当电池单体温度在 $-20^{\circ}\text{C}$ 至 $20^{\circ}\text{C}$ (可标定)之间,所述动力电池系统生热功率不为0时,采用加热回路;当电池单体温度超过高温冷却限值,所述动力电池系统生热功率不超过 $1\text{kW}$ (可标定时),采用自循环冷却回路;电池单体超过高温冷却限值,所述电池系统生热功率超过 $1\text{kW}$ (可



标定)时,采用强制冷却回路。

[0068] 当所述燃料电池整车在低温环境中,燃料电池电堆降低其对外输出功率,通过反应过量阴、阳极气体,积累多余热量加热电堆实现冷启动。

[0069] 以上实施例的先后顺序仅为便于描述,不代表实施例的优劣。

[0070] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

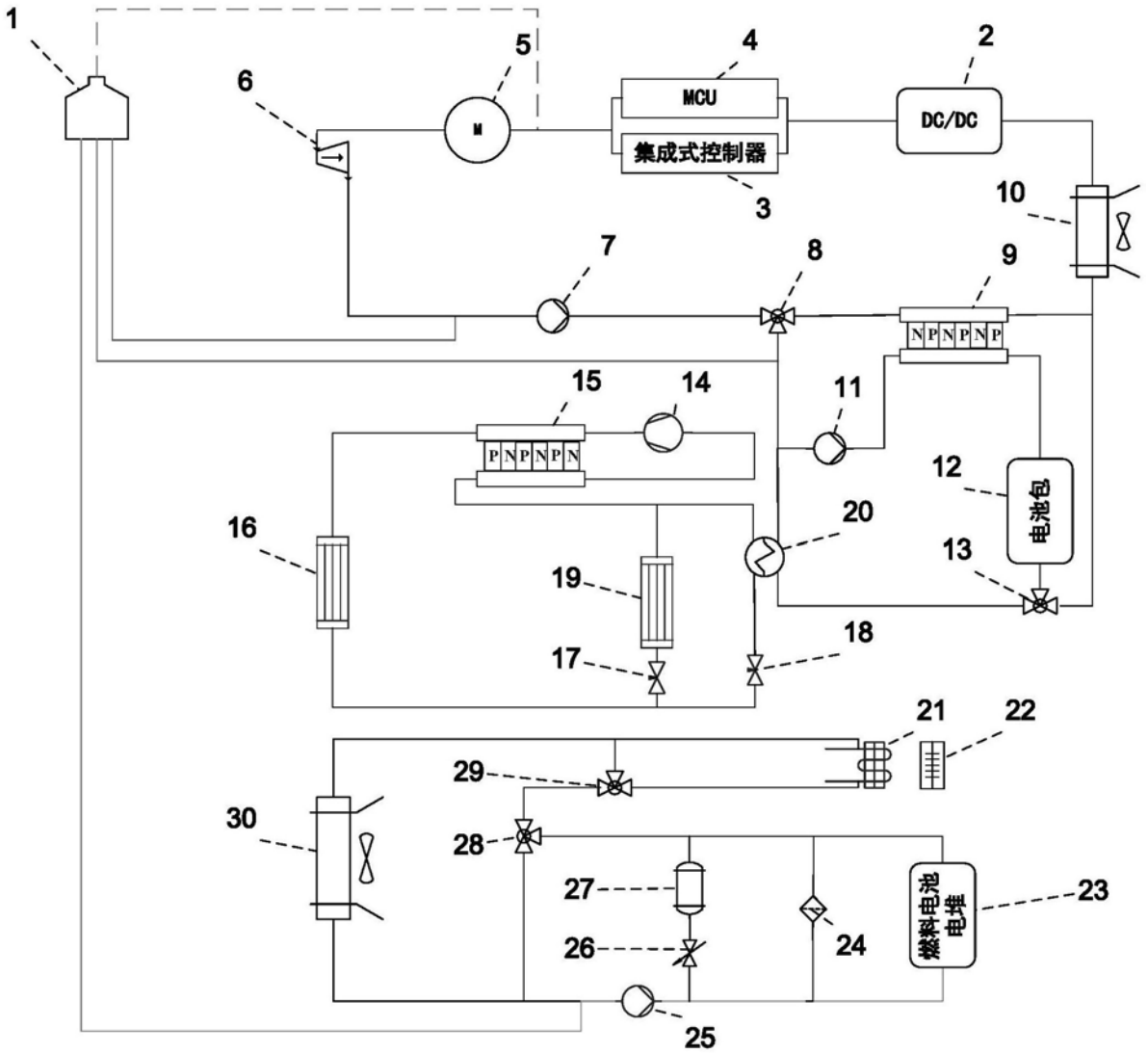


图1

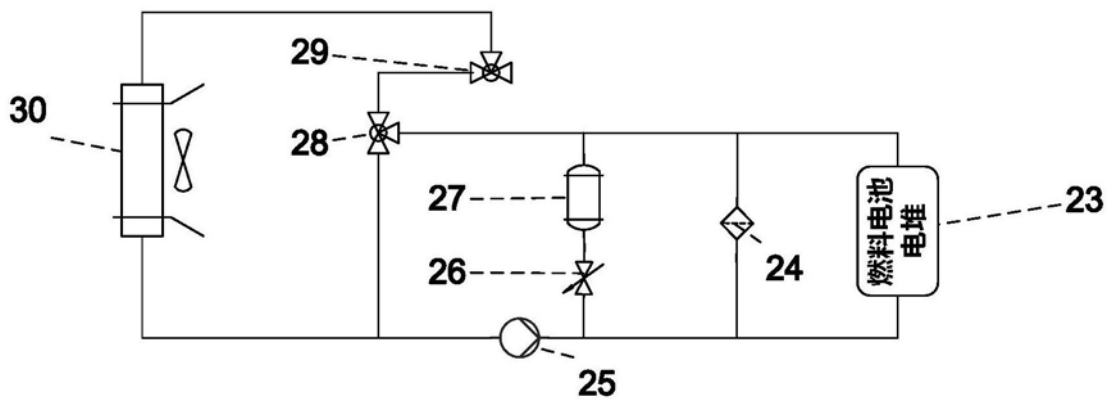


图2

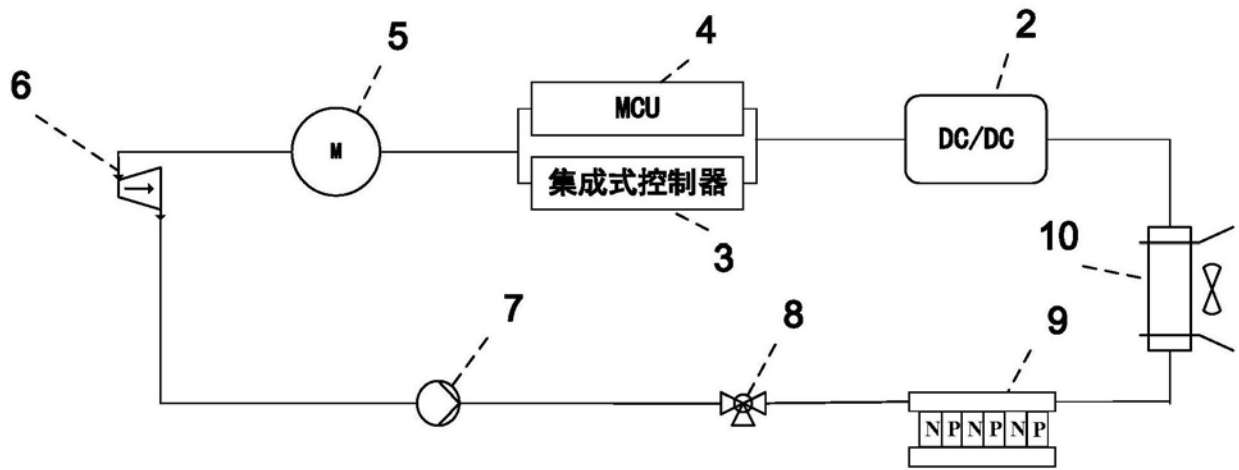


图3

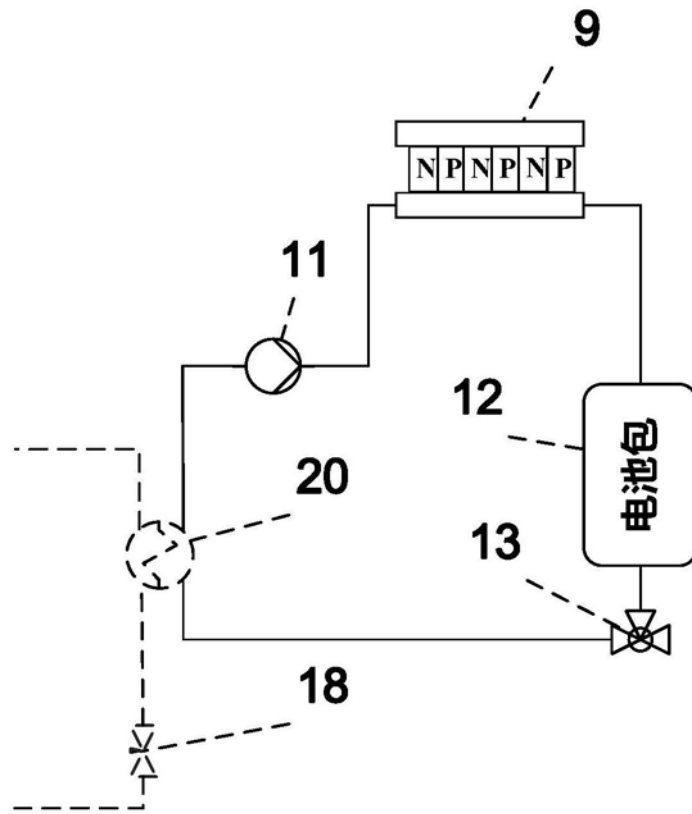


图4



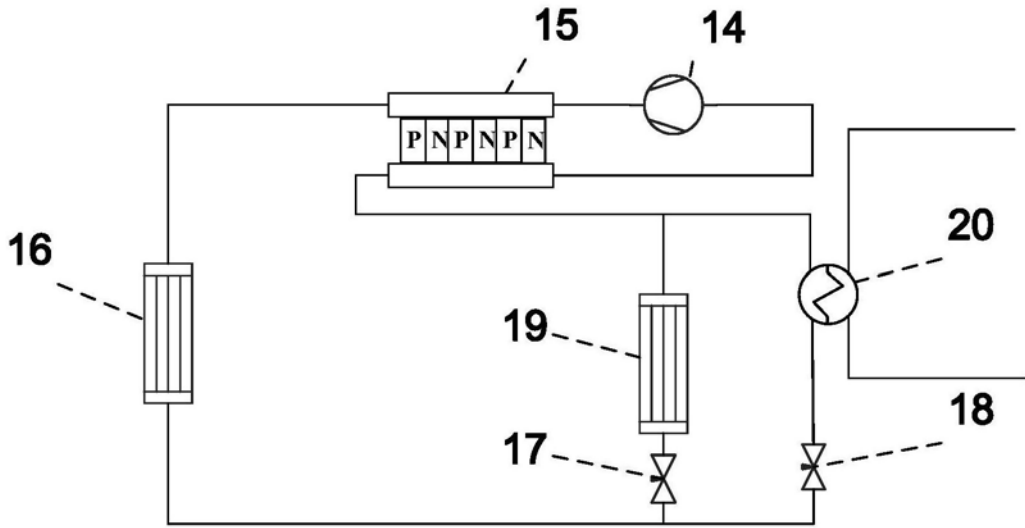


图7

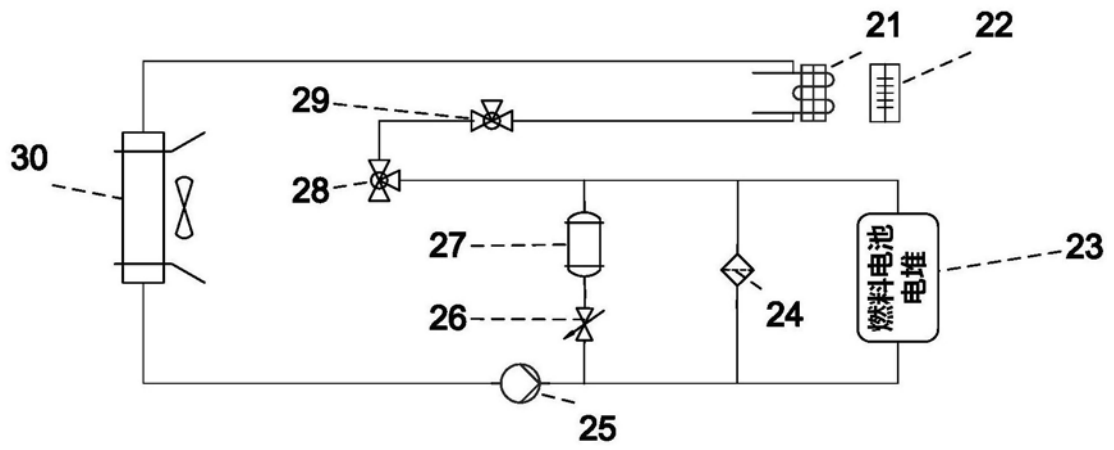


图8