



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111463453 A

(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 202010288512.8

H01M 8/0432(2016.01)

(22)申请日 2020.04.14

H01M 8/04955(2016.01)

(71)申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 于远彬 黄世佩 蒋俊宇 闵海涛

(74)专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 杜森垚

(51) Int. Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04014(2016.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/04223(2016.01)

H01M 8/04302(2016.01)

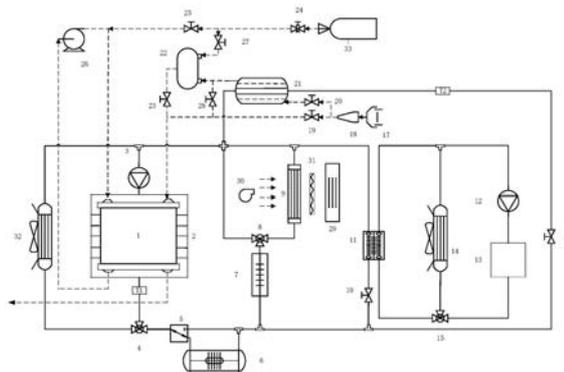
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统

(57)摘要

本发明公开了一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,包括热管换热部件、液路预热回路、液路加热回路、气路预热回路、气路加热回路;热管换热部件在极板中嵌入热管与外部液路换热;第一相变换热器与液路相连,第二相变换热器同时连接气路与液路;液路预热回路通过第一相变换热器加热液路,气路预热回路通过第二相变换热器加热气路,共同预热燃料电池;液路加热回路中燃料电池余热对相变换热器蓄热或对锂电池、乘员舱加热;气路加热回路通过冷却液间接加热进气。本发明可将燃料电池余热存储在相变换热器中,用于液路和气路预热燃料电池,或用于燃料电池保温;此外燃料电池余热可加热进气、锂电池或乘员舱,提高能量利用率。



1. 一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其特征在于,包括热管换热部件、液路预热回路、液路加热回路、气路预热回路、气路加热回路以及热管理控制系统;

所述热管换热部件包括热管组件和换热管道,热管组件使燃料电池与换热管道相连,换热管道连接在液路预热回路的第一电子水泵和电子节温器之间;

所述液路预热回路包括依次连接构成回路的第一电子水泵、热管换热部件的换热管道、电子节温器、二位换向阀、第一相变换热器、电加热器、第一三通换向阀;

所述液路加热回路包括并联的第一加热液路和第二加热液路,以及与第二加热液路连接的锂电池热管理回路;第一加热液路与所述液路预热回路共用第一电子水泵、换热管道、电子节温器、二位换向阀、第一相变换热器、第一三通换向阀,还包括依次连接在第一三通换向阀与第一电子水泵之间的电加热器和水暖换热器;第二加热液路包括与电加热器、第一三通换向阀、水暖换热器并联的第一电磁阀和板式换热器;第二加热液路与锂电池热管理回路共用板式换热器;

所述气路预热回路包括并联的三条气路预热支路;第一条气路预热支路包括依次连接的过滤器、空压机、空气进气阀,并通过空气进气阀连接燃料电池的进气管路;第二条气路预热支路包括与空气进气阀并联第三电磁阀以及依次连接在第三电磁阀后的第二相变换热器和混气室,混气室的出口通过第五电磁阀与燃料电池进气管路连接;第三条气路预热支路为氢气进气管路,包括依次连接的氢气罐、减压阀、氢气进气阀,氢气进气阀连接燃料电池进气管路;在减压阀和氢气进气阀间还通过第四电磁阀引出一条氢气进气支路与混气室相连;由第一条、第二条气路预热支路及氢气进气支路进入燃料电池的气体通过排气管路排出,由氢气进气管路进入燃料电池的氢气排入氢气循环泵;

所述气路加热回路包括液路管路及气路管路,液路管路与气路管路通过第二相变换热器相连;液路管路与液路预热回路共用第一电子水泵、换热管道、电子节温器、二位换向阀,还包括依次连接在二位换向阀与第一电子水泵之间的第二电磁阀和第二相变换热器;空气管路包括依次连接的过滤器、空压机、第三电磁阀、第二相变换热器、第六电磁阀,并通过第六电磁阀连接燃料电池的进气管路,然后通过燃料电池排气管路排出气体;

所述液路预热回路,也是第一相变换热器蓄热回路;

所述气路加热回路中的液路管路,也是第二相变换热器蓄热回路;

所述热管理控制系统对液路预热回路、液路加热回路、气路预热回路、气路加热回路进行控制,实现燃料电池的冷启动、蓄热等热管理控制。

2. 如权利要求1所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其特征在于,所述热管换热部件的热管组件包含多个热管,各热管的冷凝端布置在极板中,蒸发端布置在换热管道中,同一极板中的热管之间通过金属肋片相连,孔隙中填充导热材料;所述换热管道布置在燃料电池侧面,分别有入口接头、出口接头,换热管道内通过肋片分隔成多层流道。

3. 如权利要求1所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其特征在于,所述第一相变换热器连接在二位换向阀的一条支路上,第一相变换热器包括第一保温外壳、第一相变换热管、入口管路、出口管路,第一相变换热管安装在第一保温外壳内,第一保温外壳分别通过入口管路和出口管路与第一相变换热管联通,第一相变换热管与第一保温外壳之间填充有相变材料,第一相变换热管内部管道为冷却液流道。

4. 如权利要求1所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其特征在于,所述第二相变换热器包括第二保温外壳、换热翅片、内壳、冷却液流道;第二保温外壳与内壳之间为空气通道,第二保温外壳上分别设有与空气通道联通的空气进口和空气出口;内壳表面上设有换热翅片,内壳中设有冷却液流道,第二保温外壳上分别设有联通至内壳中冷却液流道的冷却液进口和冷却液出口;冷却液流道与内壳之间通过肋片连接,且冷却液流道与内壳之间填充相变材料。

5. 如权利要求1所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其特征在于,所述水暖换热器为乘员舱供热部件,通过第一三通换向阀方向控制选择对乘员舱加热或不加热。

6. 如权利要求1所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其特征在于,所述锂电池热管理回路包括依次连接的第二电子水泵、电池包、第二三通换向阀、板式换热器,还包括与板式换热器并联的第二散热器;通过第二三通换向阀的方向选择控制冷却液流经板式换热器或第二散热器。

7. 如权利要求1所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其特征在于,所述热管理控制系统的控制方法包括以下步骤:

步骤a: 燃料电池没有启动时,若燃料电池内部温度小于冰洁温度 T_0 ,需要对燃料电池加热保温,开启液路预热回路;若燃料电池内部温度不小于 T_0 ,保持各回路处于关闭状态;

步骤b: 当需要启动燃料电池时,若燃料电池内温度小于冷启动温度点 T_1 , $T_0 < T_1$,开启液路预热回路,并开启气路预热回路;若燃料电池内温度小于加热器启动温度点 T_2 , $T_2 < T_1$,开启电加热器辅助加热;若燃料电池内温度不小于 T_1 ,直接启动燃料电池;

步骤c: 在燃料电池冷却液出口处安装有第一温度传感器,用于采集电池出口冷却液的温度;燃料电池正常启动后,若电池出口冷却液的温度小于燃料电池正常工作适宜的最低温度 T_3 , $T_1 < T_3$,保持液路预热回路;若第一温度传感器处温度大于 T_4 , $T_3 < T_4$,当电池包或乘员舱有加热需求,开启锂电池热管理回路或水暖换热器;

步骤d: 在第二相变换热器入口处安装有第二温度传感器,用于采集第二相变换热器冷却液入口温度,当第二相变换热器冷却液入口的冷却液温度大于第二相变换热的相变温度点 T_{p2} , $T_{p2} < T_{p1}$,若进气有加热需求或第二相变换热器有蓄热需求,则调节第二电磁阀,开启第二相变换热器蓄热回路;

步骤e: 当电池出口冷却液的温度大于第一相变换热器的相变温度点 T_{p1} ,电子节温器开始部分开启;若第一相变换热器有蓄热需求,调节二位换向阀与第一相变换热器连通,开启第一相变换热器蓄热回路;

步骤f: 当第一温度传感器处冷却液的温度大于燃料电池正常工作适宜的最高温度 T_5 , $T_4 < T_5$,电子节温器全开,冷却液全部经过第一散热器。

一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车用氢燃料电池热管理系统,具体涉及一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统。

背景技术

[0002] 质子交换膜燃料电池因直接将化学能转化为电能,不经过热机过程,不受卡诺循环的限制,能量转化效率可高达40%~60%;氢燃料电池以其零污染以及功率密度高、负载响应快、能量转化效率高等优点,在电动汽车中有着广泛的应用前景;氢燃料电池最佳工作温度范围应保持在70~80℃,但在低温特别是寒冷冬季0℃以下时,必须考虑低温存储和冷启动问题,燃料电池内部的液态水结冰时体积膨胀及融合时会产生应力不均匀对电池材料造成损伤,导致燃料电池性能下降、使用寿命衰减;因此,低温冷启动以尽快达到正常工作温度也是限制燃料电池应用范围的重要因素;

[0003] 在现有技术中燃料电池汽车在冬季供暖一般直接采用PTC水加热或空气加热提供暖风,会消耗大量的电能,影响整车的续航,且燃料电池运行过程中的余热都通过散热器和尾气排出,并未有效的利用,影响了整车的能量利用率;燃料电池一般与锂电池包组合使用形成混合动力系统,而锂电池最佳工作温度为25℃~40℃,冬季低温同样对锂电池性能和寿命有很大的影响,锂电池也需要进行预热以达到正常的工作温度,但现有技术也是较多采用PTC水加热,需要消耗较多的电能。

[0004] 为了解决低温下冷启动及保温问题,需要一套高效的热管理系统,且尽可能的节能以减小整车电能消耗。

发明内容

[0005] 为了解决低温下燃料电池冷启动、余热利用和长时间保温问题,本发明提供一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,提高燃料电池的使用范围和能量利用率;此外,利用余热对锂电池包进行预热,提高锂电池的使用性能和寿命。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,包括热管换热部件、液路预热回路、液路加热回路、气路预热回路、气路加热回路以及热管理控制系统;

[0008] 所述热管换热部件包括热管组件和换热管道,热管组件使燃料电池与换热管道相连,换热管道连接在液路预热回路的第一电子水泵和电子节温器之间;

[0009] 所述液路预热回路包括依次连接构成回路的第一电子水泵、热管换热部件的换热管道、电子节温器、二位换向阀、第一相变换热器、电加热器、第一三通换向阀;

[0010] 所述液路加热回路包括并联的第一加热液路和第二加热液路,以及与第二加热液路连接的锂电池热管理回路;第一加热液路与所述液路预热回路共用第一电子水泵、换热管道、电子节温器、二位换向阀、第一相变换热器、第一三通换向阀,还包括依次连接在第一三通换向阀与第一电子水泵之间的电加热器和水暖换热器;第二加热液路包括与电加热

器、第一三通换向阀、水暖换热器并联的第一电磁阀和板式换热器；第二加热液路与锂电池热管理回路共用板式换热器；

[0011] 所述气路预热回路包括并联的三条气路预热支路；第一条气路预热支路包括依次连接的过滤器、空压机、空气进气阀，并通过空气进气阀连接燃料电池的进气管路；第二条气路预热支路包括与空气进气阀并联第三电磁阀以及依次连接在第三电磁阀后的第二相变换热器和混气室，混气室的出口通过第五电磁阀与燃料电池进气管路连接；第三条气路预热支路为氢气进气管路，包括依次连接的氢气罐、减压阀、氢气进气阀，氢气进气阀连接燃料电池进气管路；在减压阀和氢气进气阀间还通过第四电磁阀引出一条氢气进气支路与混气室相连；由第一条、第二条气路预热支路及氢气进气支路进入燃料电池的气体通过排气管路排出，由氢气进气管路进入燃料电池的氢气排入氢气循环泵；

[0012] 所述气路加热回路包括液路管路及气路管路，液路管路和气路管路通过第二相变换热器相连；液路管路与液路预热回路共用第一电子水泵、换热管道、电子节温器、二位换向阀，还包括依次连接在二位换向阀与第一电子水泵之间的第二电磁阀和第二相变换热器；空气管路包括依次连接的过滤器、空压机、第三电磁阀、第二相变换热器、第六电磁阀，并通过第六电磁阀连接燃料电池的进气管路，然后通过燃料电池排气管路排出气体；

[0013] 所述液路预热回路，也是第一相变换热器蓄热回路；

[0014] 所述气路加热回路中的液路管路，也是第二相变换热器蓄热回路；

[0015] 所述热管理控制系统对、液路预热回路、液路加热回路、气路预热回路、气路加热回路进行控制，实现燃料电池的冷启动、蓄热等热管理控制。

[0016] 本发明所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统，热管换热部件的热管组件包含多个热管，各热管的冷凝端布置在极板中，蒸发端布置在换热管道中，同一极板中的热管之间通过金属肋片相连，孔隙中填充导热材料；所述换热管道布置在燃料电池侧面，分别有入口接头、出口接头，换热管道内通过肋片分隔成多层流道。

[0017] 本发明所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统，第一相变换热器连接在二位换向阀的一条支路上，第一相变换热器包括第一保温外壳、第一相变换热管、入口管路、出口管路，第一相变换热管安装在第一保温外壳内，第一保温外壳分别通过入口管路和出口管路与第一相变换热管联通，第一相变换热管与第一保温外壳之间填充有相变材料，第一相变换热管内部管道为冷却液流道。

[0018] 本发明所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统，第二相变换热器包括第二保温外壳、换热翅片、内壳、冷却液流道；第二保温外壳与内壳之间为空气通道，第二保温外壳上分别设有与空气通道联通的空气进口和空气出口；内壳表面上设有换热翅片，内壳中设有冷却液流道，第二保温外壳上分别设有联通至内壳中冷却液流道的冷却液进口和冷却液出口；冷却液流道与内壳之间通过肋片连接，且冷却液流道与内壳之间填充相变材料。

[0019] 本发明所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统，水暖换热器为乘员舱供热部件，通过第一三通换向阀方向控制选择对乘员舱加热或不加热。

[0020] 本发明所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统，锂电池热管理回路包括依次连接的第二电子水泵、电池包、第二三通换向阀、板式换热器，还包括与板式换热器并联的第二散热器；通过第二三通换向阀的方向选择控制冷却液流经板式换热

器或第二散热器。

[0021] 本发明所述的一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其热管理控制系统的控制方法包括以下步骤:

[0022] 步骤a:燃料电池没有启动时,若燃料电池内部温度小于冰洁温度 T_0 ,需要对燃料电池加热保温,开启液路预热回路;若燃料电池内部温度不小于 T_0 ,保持各回路处于关闭状态;

[0023] 步骤b:当需要启动燃料电池时,若燃料电池内温度小于冷启动温度点 T_1 , $T_0 < T_1$,开启液路预热回路,并开启气路预热回路;若燃料电池内温度小于加热器启动温度点 T_2 , $T_2 < T_1$,开启电加热器辅助加热;若燃料电池内温度不小于 T_1 ,直接启动燃料电池;

[0024] 步骤c:在燃料电池冷却液出口处安装有第一温度传感器,用于采集电池出口冷却液的温度;燃料电池正常启动后,若电池出口冷却液的温度小于燃料电池正常工作适宜的最低温度 T_3 , $T_1 < T_3$,保持液路预热回路;若第一温度传感器处温度大于 T_4 , $T_3 < T_4$,当电池包或乘员舱有加热需求,开启锂电池热管理回路或水暖换热器;

[0025] 步骤d:在第二相变换热器入口处安装有第二温度传感器,用于采集第二相变换热器冷却液入口温度,当第二相变换热器冷却液入口的冷却液温度大于第二相变换热的相变温度点 T_{p2} , $T_{p2} < T_{p1}$,若进气有加热需求或第二相变换热器有蓄热需求,则调节第二电磁阀,开启第二相变换热器蓄热回路;

[0026] 步骤e:当电池出口冷却液的温度大于第一相变换热器的相变温度点 T_{p1} ,电子节温器开始部分开启;若第一相变换热器有蓄热需求,调节二位换向阀与第一相变换热器连通,开启第一相变换热器蓄热回路;

[0027] 步骤f:当第一温度传感器处冷却液的温度大于燃料电池正常工作适宜的最高温度 T_5 , $T_4 < T_5$,电子节温器全开,冷却液全部经过第一散热器。

[0028] 本发明与现有技术相比,具有以下优点及突出性的技术效果:

[0029] 1.通过相变换热器实现气路与液路共同对燃料电池进行预热,提高冷启动的速度,其中液路利用第一相变换热器对冷却液加热,电加热器可辅助加热冷却液;气路利用第二相变换热器对阴极空气进行预热,进一步在混气室内可与一定量氢气混合在阴极实现氢氧反应加热;

[0030] 2.高效利用燃料电池工作时的冷却液余热,第一相变换热器和第二相变换热器可以存储冷却液的热量,对燃料电池预热启动或者保温,减少了电加热时电能的消耗,且不仅限于冬季低温;

[0031] 3.通过第二相变换热器,在长时间低温环境下工作时,可以利用高温冷却液间接持续加热进气,保证燃料电池的性能发挥;

[0032] 4.燃料电池与液路采用热管换热部件相连,热量的转移不需要额外能源,热管换热效率高,传热均匀,保证了燃料电池内部的温均性,且冷却液不直接流经极板内部,避免冷却液腐蚀极板,且不需要去离子装置、以及导电率检测等装置,减小了冷却液回路的水阻;

[0033] 5.采用相变换热器的储热或者燃料电池的余热,对锂电池进行加热,使锂电池尽快达到合适工作温度,充分发挥锂电池的性能,提高锂电池的循环寿命,且不需要额外的电能。

附图说明

- [0034] 图1是燃料电池热管理系统总回路示意图。
- [0035] 图2是燃料电池保温和冷启动回路示意图。
- [0036] 图3是燃料电池冷启动回气路示意图。
- [0037] 图4是间接加热进气回路示意图
- [0038] 图5是第一相变换热器、第二相变换热器蓄热回路示意图。
- [0039] 图6是乘员舱加热、电池包加热工作示意图
- [0040] 图7是燃料电池热管理控制流程图。
- [0041] 图8是热管换热部件结构图。
- [0042] 图9是第一相变换热器结构图。
- [0043] 图10是第二相变换热器结构图。
- [0044] 图中:1-燃料电池;2-换热管道;3-第一电子水泵;4-电子节温器;5-二位换向阀;6-第一相变换热器;7-电加热器;8-第一三通换向阀;9-水暖换热器;10-第一电磁阀;11-板式换热器;12-第二电子水泵;13-电池包;14-第二散热器;15-第二三通换向阀;16-第二电磁阀;17-过滤器;18-空压机;19-空气进气阀;20-第三电磁阀;21-第二相变换热器;22-混气室;23-第五电磁阀;24-减压阀;25-氢气进气阀;26-氢气循环泵;27-第四电磁阀;28-第六电磁阀;29-乘员舱;30-鼓风机;31-空气加热器;32-第一散热器;33-氢气罐;1001-入口接头;1002-出口接头;2001-热管;2002-极板;2003-导热填充物;601-端盖;602-第一保温外壳;603-第一相变换热管;604-入口管路;605-出口管路;2101-第二保温外壳;2102-内壳;2103-冷却液流道;2104-空气进口;2105-空气出口;2106-换热翅片;2107-冷却液进口;2108-冷却液出口。

具体实施方式

- [0045] 下面结合附图对本发明的结构原理、工作过程及具体实施方式做进一步说明。
- [0046] 如图1所示,本发明提供一种具有相变蓄热及预加热功能的燃料电池热管理系统,其主要包括热管换热部件、液路预热回路、液路加热回路、气路预热回路、气路加热回路以及热管理控制系统。
- [0047] 所述气路加热回路包括空气管路和液路管路;所述液路预热回路、液路加热回路及气路加热回路的液路管路之间相互并联;所述热管换热部件使燃料电池1同时与液路预热回路、液路加热回路以及气路加热回路的液路管路相连;所述气路预热回路与气路加热回路的空气管路并联在燃料电池1的进气管路上,通过进气管路与燃料电池1的阴极空气进口相连;
- [0048] 所述热管换热部件包括热管组件和换热管道2,热管组件使燃料电池1与换热管道2相连,换热管道2连接在液路预热回路的第一电子水泵3和电子节温器4之间;
- [0049] 所述液路预热回路包括依次连接构成回路的第一电子水泵3、换热管道2、电子节温器4、二位换向阀5、第一相变换热器6、电加热器7、第一三通换向阀8;
- [0050] 所述液路加热回路与所述液路预热回路共用第一电子水泵3、换热管道2、电子节温器4、第一相变换热器6、第一三通换向阀8,液路加热回路包括并联的第一加热液路和第二加热液路,以及与第二加热液路连接的锂电池热管理回路;第一加热液路包括依次连接

构成回路的第一电子水泵3、换热管道2、电子节温器4、二位换向阀5、第一相变换热器6、电加热器7、第一三通换向阀8、水暖换热器9；第二加热液路包括与电加热器7、第一三通换向阀8、水暖换热器9并联的第一电磁阀10和板式换热器11；第二加热液路与锂电池热管理回路共用板式换热器11；

[0051] 所述气路预热回路包括并联的三条气路预热支路，第一条气路预热支路包括依次连接的过滤器17、空压机18、空气进气阀19，并通过空气进气阀19连接燃料电池1的进气管路；第二条气路预热支路包括与空气进气阀19并联第三电磁阀20以及依次连接在第三电磁阀20后的第二相变换热器21、混气室22和第五电磁阀23，并通过第五电磁阀23连接燃料电池1的进气管路；第三条气路预热支路为氢气进气管路，包括依次连接的氢气罐33、减压阀24、氢气进气阀25及氢气循环泵26，氢气进气阀25连接燃料电池1进气管路，燃料电池1排气管路连接氢气循环泵26；此外，在减压阀24和氢气进气阀25间还引出一条氢气进气支路与混气室22相连，并且该支路中连接有第四电磁阀27；

[0052] 混气室22的入口与氢气进气支路和第二相变换热器21空气出口相连，混气室22的出口与燃料电池1进气管路连接；第二相变换热器21空气出口通过带有第六电磁阀28的管路与燃料电池1进气管路相连；

[0053] 气路加热回路包括液路管路及气路管路，液路管路与气路管路通过第二相变换热器21相连；液路管路包括液路预热回路中依次连接的第一电子水泵3、换热管道2、电子节温器4、二位换向阀5，以及与二位换向阀5依次连接的第三电磁阀20、第二相变换热器21，上述各部件构成回路；空气管路包括依次连接的过滤器17、空压机18、第三电磁阀20、第二相变换热器21、第六电磁阀28、排气管路，并通过第六电磁阀28连接燃料电池1的进气管路，然后通过燃料电池1排气管路排出气体；

[0054] 所述液路预热回路，也是第一相变换热器6蓄热回路；

[0055] 所述气路加热回路中的液路管路，也是第二相变换热器21蓄热回路；

[0056] 所述热管理控制系统对热管换热部件、液路预热回路、液路加热回路、气路预热回路、气路加热回路进行控制，实现燃料电池1的冷启动、蓄热等热管理控制。

[0057] 优选的是，二位换向阀5与第一三通换向阀8的方向选择可以控制第一相变换热器6与第二相变换热器21单独蓄热或者串联蓄热。

[0058] 如图8所示，热管换热部件包括热管组件和换热管道2；热管组件包含多个热管，热管的冷凝端布置在极板2002端布置在换热管道2中，同一极板中的热管之间有金属肋片相连，孔隙中填充导热填充物2003大小、数量可根据实际燃料电池1进行更改；所述换热管道2与液路预热回路相连，布置在燃料电池1侧面，分别有入口接头1001、出口接头1002，换热管道2内通过肋片分隔成多层流道。

[0059] 如图9所示，第一相变换热器6连接在二位换向阀5的一条支路上，包括端盖601保温外壳602、相变填充材料、第一相变换热管603、入口管路604、出口管路605；相变换热管安装在第一保温外壳602内，第一保温外壳602分别通过入口管路和出口管路与第一相变换热管603联通，第一相变换热管603与第一保温外壳602之间填充有相变材料，第一相变换热管603内部管道为冷却液流道。

[0060] 优选的是，第一相变换热器6的第一保温外壳602形状及第一相变换热管603的形状根据需要可以是方形、圆柱形；第一相变换热管603的排布方式可以多个串联或者并联，

第一相变换热管603表面具有肋片或翅片,第一相变换热管603的流道形式可以是直线形、蛇形、螺旋形;

[0061] 如图10所示,第二相换热器21与空气进气支路和冷却液支路同时相连,包括第二保温外壳2101、换热翅片2106、冷却液流道;第二保温外壳2101与内壳2102之间为空气通道,第二保温外壳2101上分别设有与空气通道联通的空气进口2014和空气出口2105;内壳2102表面上设有换热翅片,内壳2102中设有冷却液流道,第二保温外壳2101上分别设有联通至内壳2102中冷却液流道的冷却液进口2107和冷却液出口2108;冷却液流道与内壳2102之间通过肋片连接,且冷却液流道与内壳2102之间填充相变材料。

[0062] 优选的是,第二相换热器21的外壳和内壳2102形状可以是圆柱形、方形,可以有多个内壳2102分层排列在外壳中,内壳2102表面换热翅片可以是平直型或者波纹型;

[0063] 所述相换热器的相变材料属于低温相变材料,可选用较高导热率和高储热量的复合相变材料,相变形式为固-液相变;其中第一相换热器6的所选相变材料的相变温度点为 T_{p1} ,大于燃料电池1最低适宜工作温度,小于燃料电池1最高适宜工作温度;第二相换热的所选相变材料的相变温度点为 T_{p2} , T_{p2} 低于 T_{p1} 。

[0064] 所述水暖换热器9可作为乘员舱29供热部件,水暖换热器9入口与第一换向三通阀一个支路相连,出口连接第一电子水泵3入口,通过第一三通换向阀8方向控制选择对乘员舱29加热或不加热。

[0065] 优选的是,空气加热器31可提供暖风,辅助加热乘员舱29。

[0066] 所述锂电池热管理回路包括依次连接的第二电子水泵12、电池包13、第二三通换向阀15、板式换热器11;还包括与板式换热器11并联的第二散热器14,通过第二三通换向阀15的方向选择控制冷却液流经板式换热器11或第二散热器14;此外还包括第一电磁阀10连接在板式换热器11之前,通过第一电磁阀10的启闭控制是否加热电池包13。

[0067] 优选的是,第一加热液路、第二加热液路、锂电池热管理回路、气路加热回路的液路管路是相互独立并联的,任何一个回路都可以单独导通。

[0068] 如图7所示,本发明提供一种燃料电池1汽车热管理控制方法,实现燃料电池1的冷启动、蓄热等热管理控制,包括如下步骤:

[0069] 步骤a:燃料电池1没有启动时,若燃料电池1内部温度小于冰洁温度 T_0 ,需要对燃料电池1加热保温,开启液路预热回路;若燃料电池1内部温度不小于 T_0 ,保持各回路处于关闭状态;

[0070] 步骤b:当需要启动燃料电池1时,若燃料电池1内温度小于冷启动温度点 T_1 (燃料电池适宜的最低启动温度), $T_0 < T_1$,开启液路预热回路,并开启气路预热回路;若燃料电池1内温度小于加热器启动温度点 T_2 , $T_2 < T_1$,开启电加热器7辅助加热;若燃料电池1内温度不小于 T_1 ,直接启动燃料电池1;

[0071] 步骤c:在燃料电池冷却液出口处安装有第一温度传感器,用于采集电池出口冷却液的温度;燃料电池1正常启动后,若电池出口冷却液的温度小于燃料电池正常工作适宜的最低温度 T_3 , $T_1 < T_3$,保持液路预热回路;若第一温度传感器处温度大于 T_4 , $T_3 < T_4$,当电池包13或乘员舱29有加热需求,开启电池包13加热回路(锂电池热管理回路)或水暖换热器9(乘员舱29加热回路);

[0072] 步骤d:在第二相换热器入口处安装有第二温度传感器,用于采集第二相换热热

器冷却液入口温度,当第二相变换热器冷却液入口的冷却液温度大于第二相变换热的相变温度点 T_{p2} , $T_{p2}<T_{p1}$,若进气有加热需求或第二相变换热器21有蓄热需求,则调节第二电磁阀16,开启第二相变换热器21蓄热回路;

[0073] 步骤e:当电池出口冷却液的温度大于第一相变换热器6的相变温度点 T_{p1} ,电子节温器4开始部分开启;若第一相变换热器6有蓄热需求,调节二位换向阀5与第一相变换热器6连通,开启第一相变换热器6蓄热回路;

[0074] 步骤f:当第一温度传感器处冷却液的温度大于燃料电池正常工作适宜的的最高温度 T_5 , $T_4<T_5$,电子节温器4全开,冷却液全部经过第一散热器32。

[0075] 优选的是,步骤c后,燃料电池1正常工作,若进气有加热需求,保持气路预热回路加热进气;当冷却液温度大于 T_4 ,开启第二电磁阀16,使冷却液流经第二相变换热器21,采用冷却液间接加热进气。

[0076] 以下结合实施例详细介绍本发明的工作原理:

[0077] 实施例1,本发明所述的燃料电池1热管理系统包括冷启动功能,冷启动分为液路和气路两路预热冷启动:

[0078] 如图2所示,液路预热回路包括依次连接的第一电子水泵3、换热管道2、电子节温器4、二位换向阀5、第一相变换热器6、电加热器7、第一三通换向阀8;液路预热有两种模式,当温度小于 T_1 但大于 T_2 时,只通过第一相变换热器6存储的热量加热液路,具体如下,在第一电子水泵3作用下冷却液经换热管道2流向电子节温器4,电子节温器4保持关闭状态且二位换向阀5连接第一相变器入口,则冷却液经过电子节温器4与二位换向阀5流入第一相变换热器6内,经加热后的冷却液通过第一三通换向阀8流向第一电子水泵3入口,此时热管组件蒸发端在换热管道2内,冷凝端在燃料电池1极板中,冷却液的热量通过热管均匀传递到燃料电池1中;另一种模式中,进一步的,当温度小于 T_2 时,开启电加热器7辅助加热冷却液,加快冷启动过程;

[0079] 如图3所示,气路预热回路包括依次连接的过滤器17、空压机18、第三电磁阀20、第二相变换热器21、混气室22、第五电磁阀23、燃料电池1阴极入口;空气被第二相变换热器21加热,然后用于加热燃料电池1;空气进气阀19与第三电磁阀20并联;气路预热包括两个步骤,具体如下:步骤一,打开第三电磁阀20、第五电磁阀23,保持空气进气阀19、第四电磁阀27、第六电磁阀28关闭,空气经过过滤器17过滤进入空压机18,空压机18出口与第二相变换热器21相连,空气在第二相变换热器21空气流道加热后进入混气室22,热空气经第五电磁阀23进入阴极后对燃料电池1加热,之后排入空气中;步骤二,开启第四电磁阀27,经减压阀24减压后的氢气进入混气室22,控制电磁阀的开度与来自第二相变换热器21的热空气组成一定比例的混合气进入燃料电池1阴极,在阴极发生氢氧反应加热;

[0080] 通过液路预热和气路预热回路共同预热燃料电池1,当燃料电池1温度达到合适温度后,关闭第四电磁阀27,氢气不再混合进入混气室22,启动燃料电池1。

[0081] 实施例2,当车辆没有启动,且燃料电池1温度低于 T_0 时,可通过液路预热回路,利用第一相变换热器6存储的热量对燃料电池1进行保温。

[0082] 实施例3,本发明还具有进气加热功能,如图4所示,

[0083] 低温环境下,如果进气温度较低,影响燃料电池1的性能,当燃料电池1正常冷启动后,当第二温度传感器处冷却液温度大于 T_{p2} 时,开启气路加热回路,气路管路中保持第三

电磁阀20、第六电磁阀28开启,关闭第四电磁阀27、第五电磁阀23,空气经过第二相变换热器21内的空气流道加热,经过第六电磁阀28进入燃料电池1阴极;此外,液路管路中打开第二电磁阀16,使得第二相变换热器21冷却液入口与二位换向阀5出口相连,将高温冷却液通入第二相变换热器21冷却液流道内,利用管壁、肋片等将热量传递给内部相变材料,继而通过换热翅片传递给空气流道内的冷空气,实现冷却液间接加热进气。

[0084] 实施例4,本发明还包括蓄热功能,如图5所示:

[0085] 第一相变换热器6蓄热具体如下:对于第一相变换热器6,若相变材料的温度小于其相变温度,则需要对相变材料蓄热,当第一温度传感器处冷却液温度大于 T_{p1} ,电子节温器4部分开启,调整二位换向阀5连接第一相变换热器6入口,第一电子水泵3将换热管道2内的部分热冷却液通入第一相变换热器6内对相变材料加热,换热后的冷却液经电加热器7流向第一三通换向阀8入口,电加热器7不工作,冷却液经过第一三通换向阀8、第一电子水泵3进入换热管道2内与热管组件换热;热管组件的蒸发端是极板内的热管部分,冷凝端是换热管道2内的热管部分;通过第一相变换热器6的蓄热为燃料电池1加热启动、保温提供热量,实现了燃料电池1余热的回收利用;

[0086] 第二相变换热器21蓄热具体如下:对于第二相变换热器21,若相变材料的温度小于其相变温度,则需要对相变材料蓄热;当第二温度传感器处冷却液温度大于 T_{p2} ,开启第二电磁阀16,依次连通第一电子水泵3、换热管道2、电子节温器4、二位换向阀5、第二电磁阀16、第二相变换热器21,高温冷却液通入第二相变换热器21冷却液流道,在第二相变换热器21内通过冷却流道的内壁和肋片向相变材料传递热量,换热后的冷却液流向第一电子水泵3进行循环;通过第二相变换热器21的蓄热为低温进气预热提供热量。

[0087] 其中二位换向阀5与第一三通换向阀8的方向性选择和第二电磁阀16的启闭可以控制第一相变换热器6与第二相变换热器21单独蓄热或者串联蓄热;第一相变换热器单独蓄热时,调节二位换向阀5连接第一相变换热器6入口,第二电磁阀16关闭,第一三通换向阀8连接第一电子水泵3入口;当第二相变换热器21单独蓄热时,二位换向阀5连接第一相变换热器6出口,旁通第一相变换热器6,第二电磁阀16开启,部分冷却液经过第二相变换热器21进行蓄热;当第一相变换热器6和第二相变换热器21串联蓄热时,调节二位换向阀5连接第一相变换热器6入口,第二电磁阀16开启,第一三通换向阀8连接第一电子水泵3入口,从第一相变换热器6流出的冷却液部分经过第二电磁阀16进入第二相变换热器21,之后与经过第一三通换向阀8的部分冷却液混合后进入换热管道2。

[0088] 实施例5,发明还包括乘员舱29加热功能,如图6所示:

[0089] 低温环境下,当燃料电池1没有启动工作时,若乘员舱29有加热需求,则采用空气加热器31加热空气,通过鼓风机30将暖风吹入乘员舱29加热;当燃料电池1正常启动工作后,若乘员舱29有加热需求,且当第一温度传感器处的冷却液温度大于 T_4 时,通过第一电子水泵3将换热管道2流出的高温冷却液经电子节温器4全部流向二位换向阀5,经电加热器7流向第一三通换向阀8,电加热器7不工作,调整第一三通换向阀8连接水暖换热器9,水暖换热器9加热外部吹过的空气,降温后的冷却液经第一电子水泵3重新流入换热管道2与热管组件换热;此时减小或关闭空气加热器31,实现燃料电池1余热利用。

[0090] 实施例6,本发明还包括电池包13加热功能:燃料电池1正常启动工作后,若电池包13有加热需求,且当第一温度传感器处的冷却液温度大于 T_4 时,开启第一电磁阀10,则通过

板式换热器11与电池包13热管理回路相连对电池包13加热,经第一电子水泵3,换热管道2内的冷却液流向电子节温器4,二位换向阀5出口连接第一相变换热器6的出口,部分冷却液经第一电磁阀10进入板式换热器11,然后流回第一电子水泵3;同时,在电池包13热管理回路中,第二电子水泵12开启,第二三通换向阀15出口与板式换热器11相连通,冷却液进入板式换热器11内加热后流入电池包13,对电池进行加热。

[0091] 实施例7,乘员舱29加热与电池加热并联共同工作;此时,经过二位换向阀5的部分冷却液经过电加热器7流向第一三通换向阀8,电加热器7不工作,第一三通换向阀8出口水暖换热器9相连,鼓风机30工作,空气加热器31辅助加热,然后冷却液流向第一电子水泵3入口。

[0092] 实施例8,当第一温度传感器处的冷却液温度大于 T_{p1} ,冷却液经第一相变换热器6后可继续加热乘员舱29或电池包13。

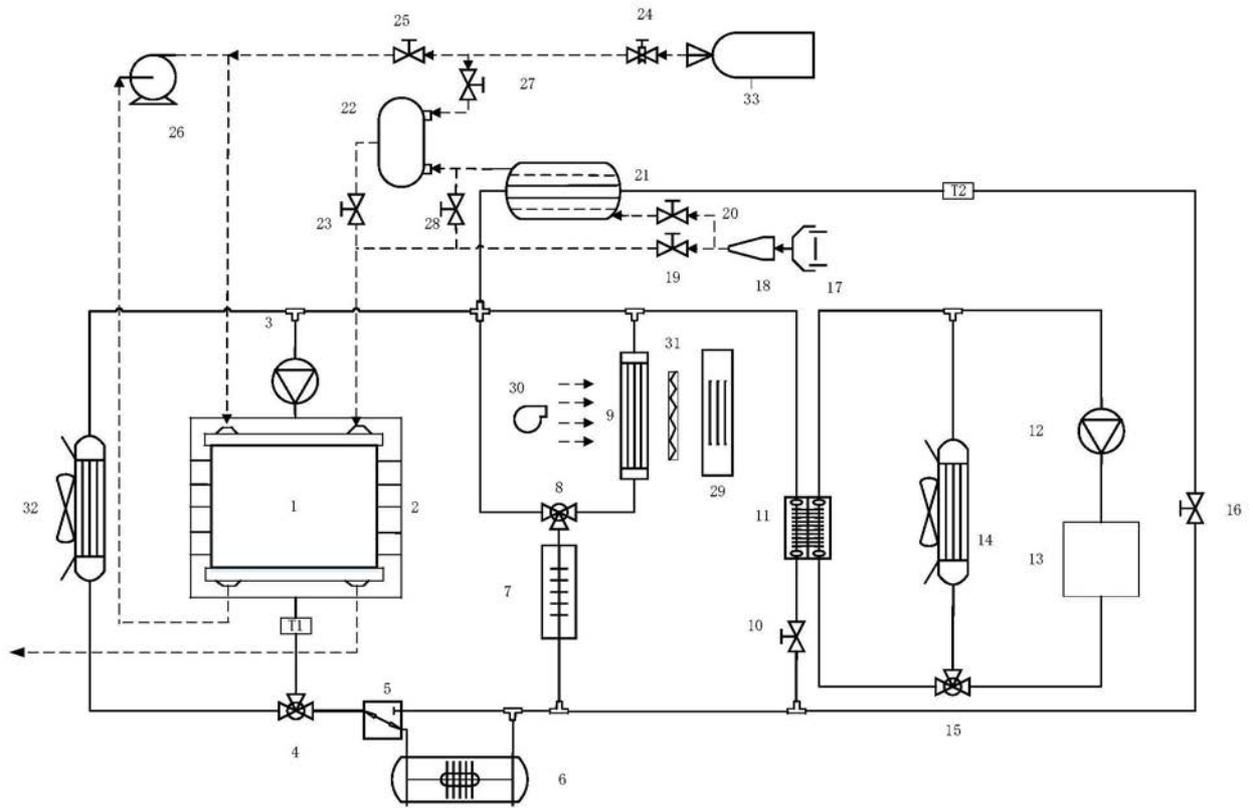


图1

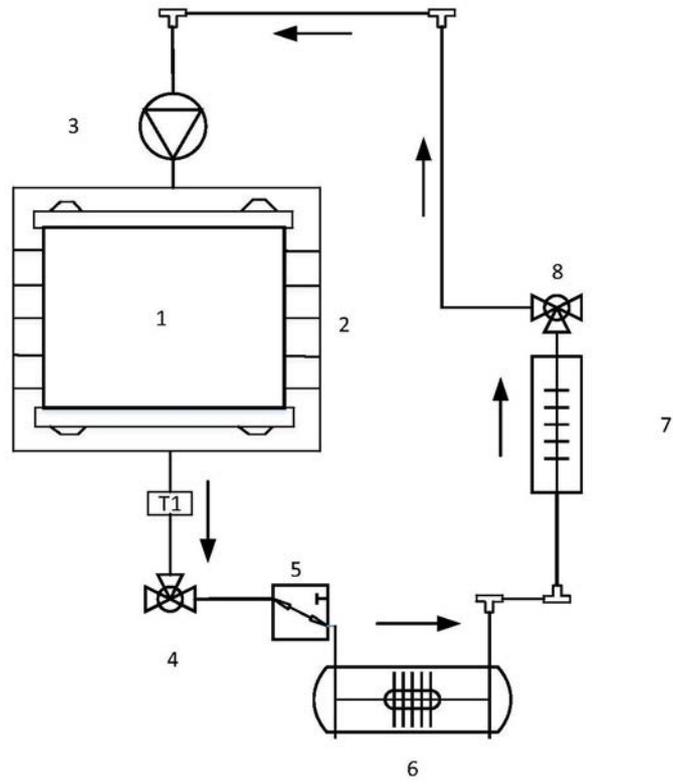


图2

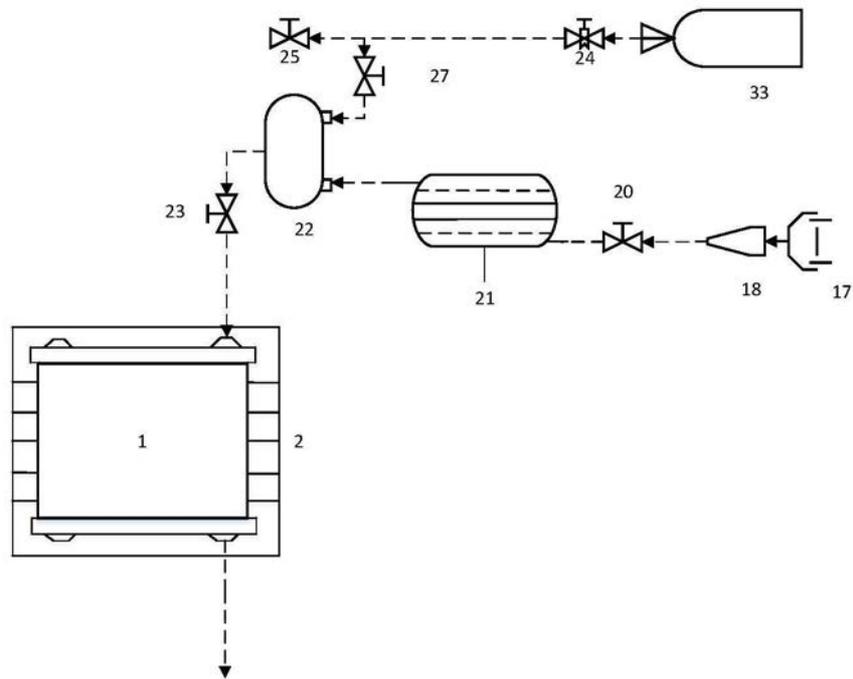


图3

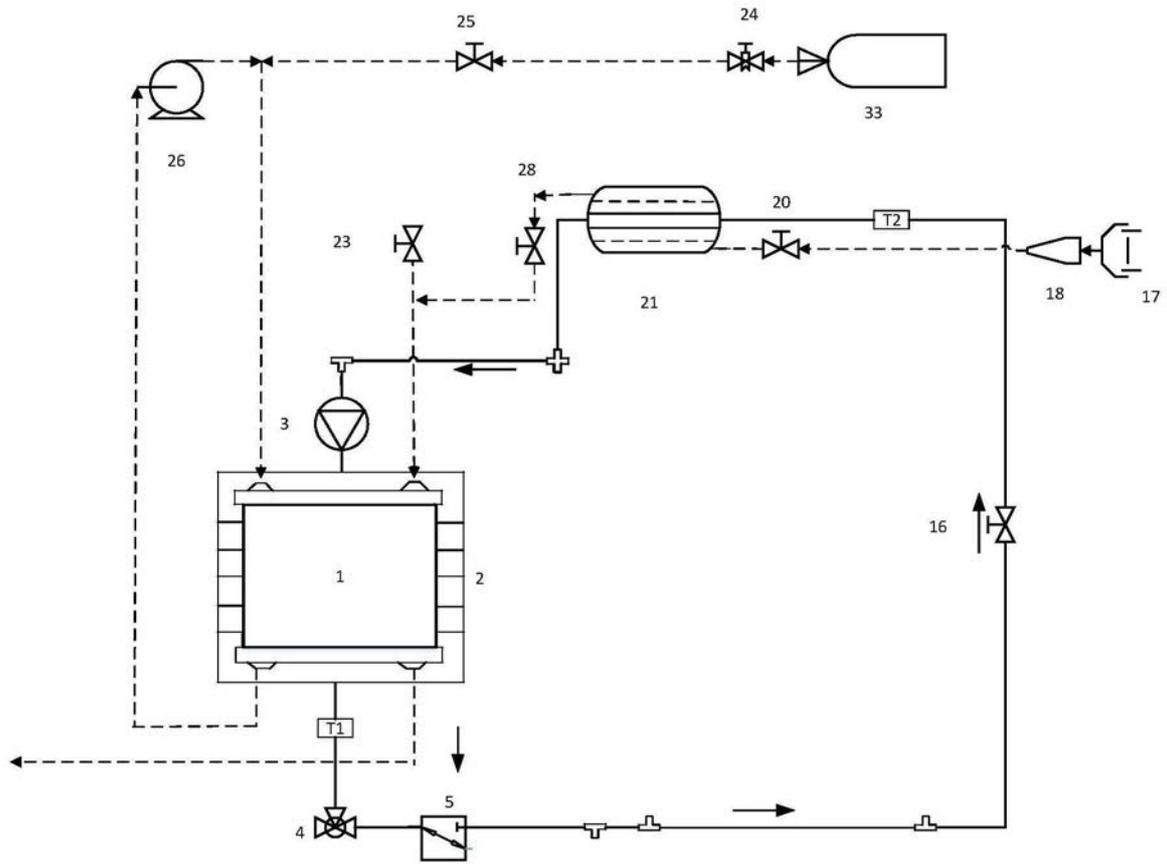


图4

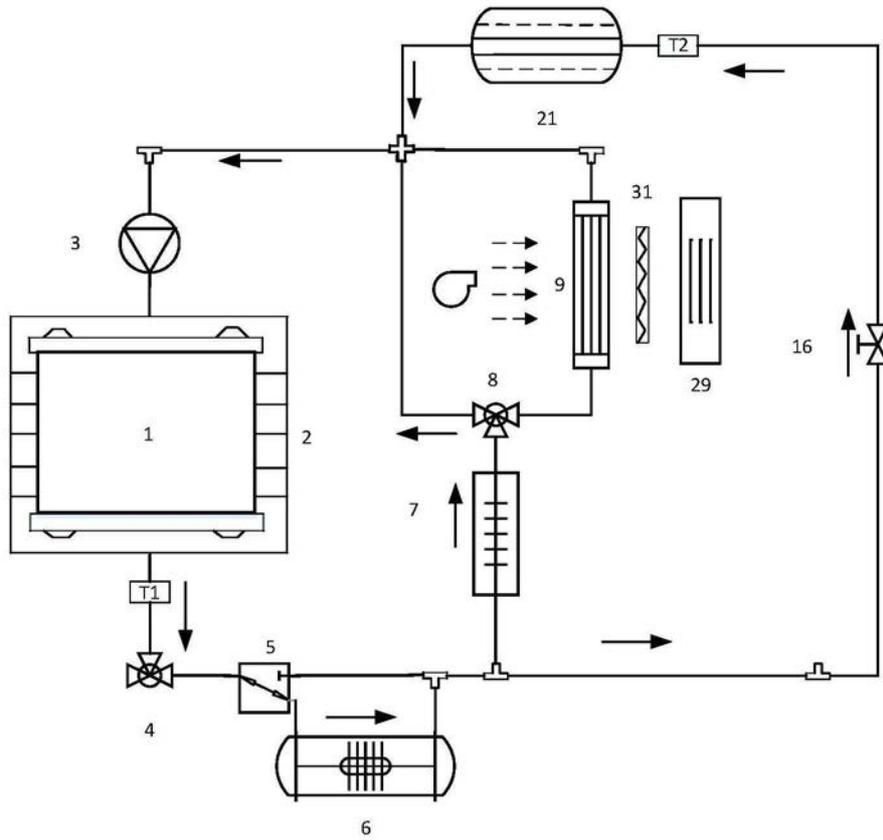


图5

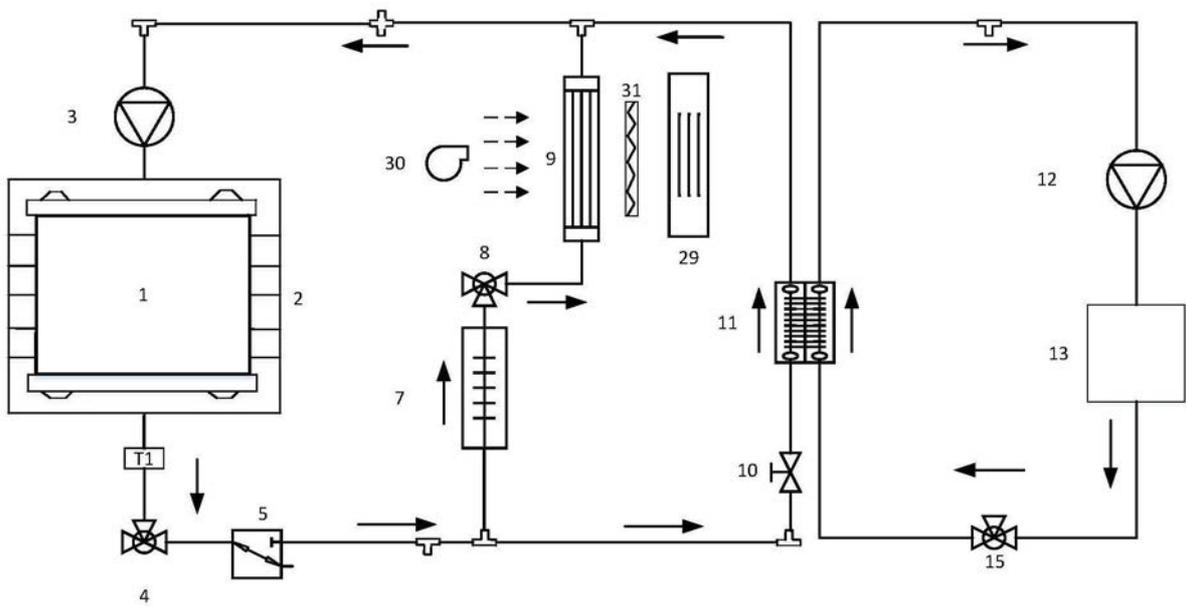


图6

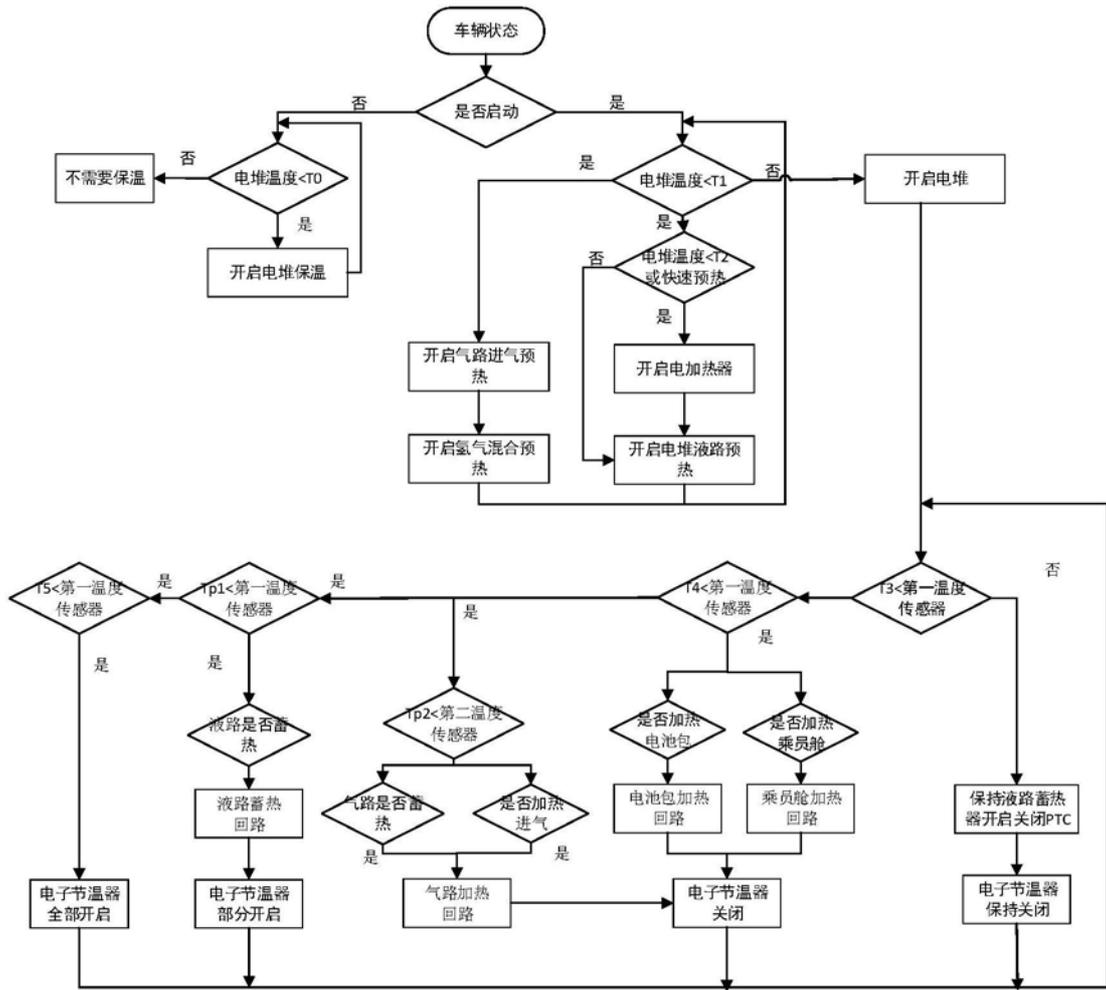


图7

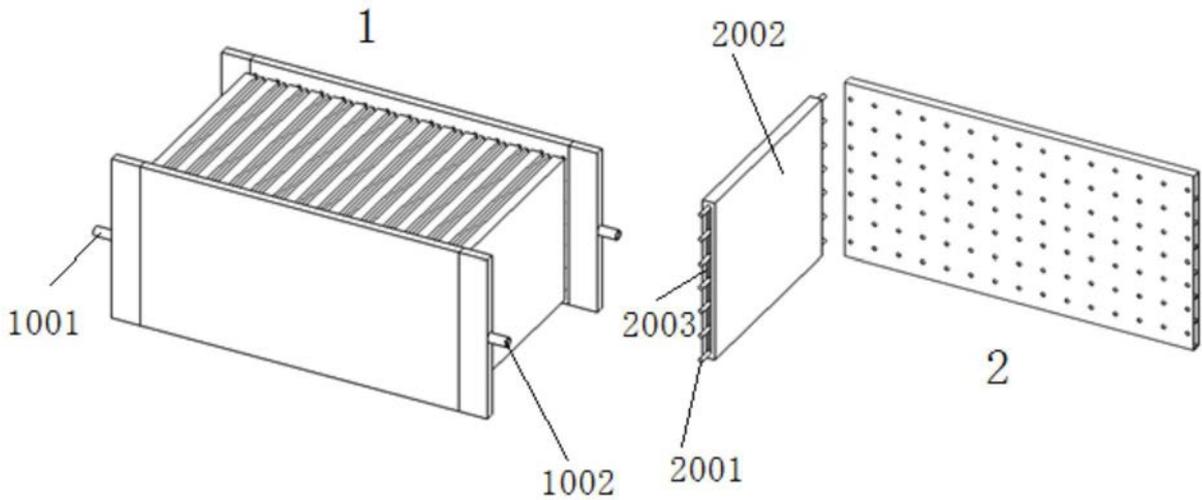


图8

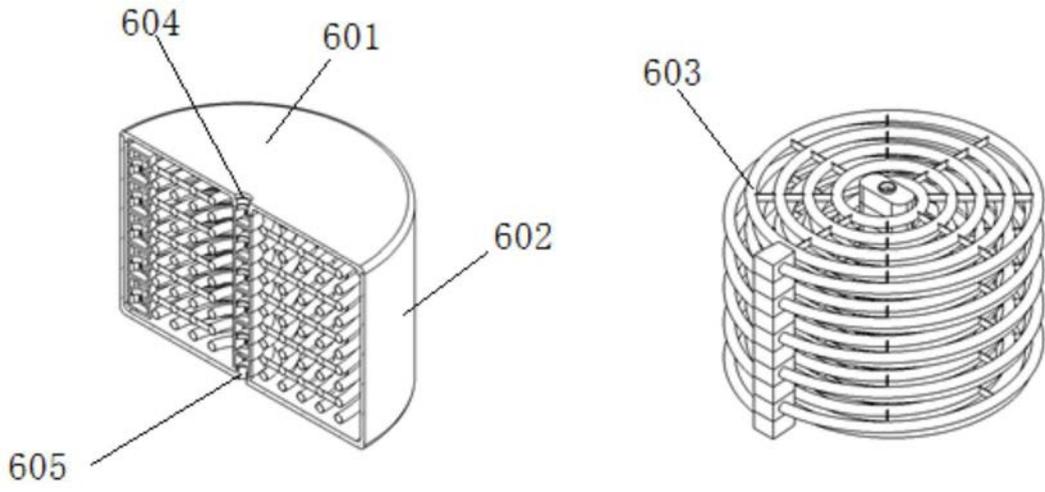


图9

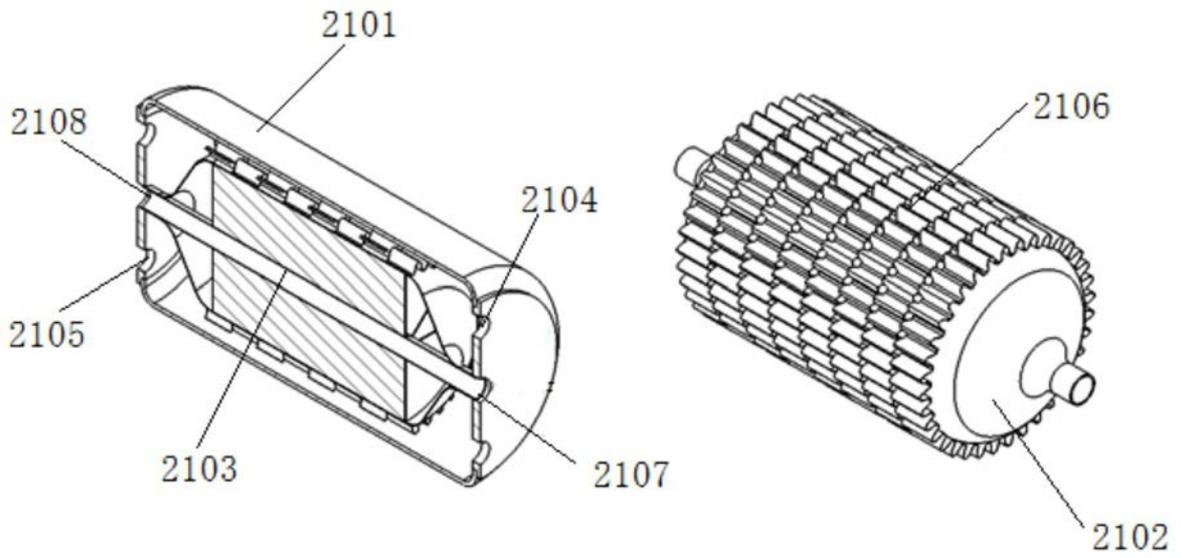


图10