



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111169327 A

(43)申请公布日 2020.05.19

(21)申请号 202010070235.3

(22)申请日 2020.01.21

(71)申请人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路  
193号

(72)发明人 姚明尧 胡苏楠 张农 朱波

(74)专利代理机构 合肥金安专利事务所(普通  
合伙企业) 34114

代理人 金惠贞

(51) Int. Cl.

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

B60H 1/00(2006.01)

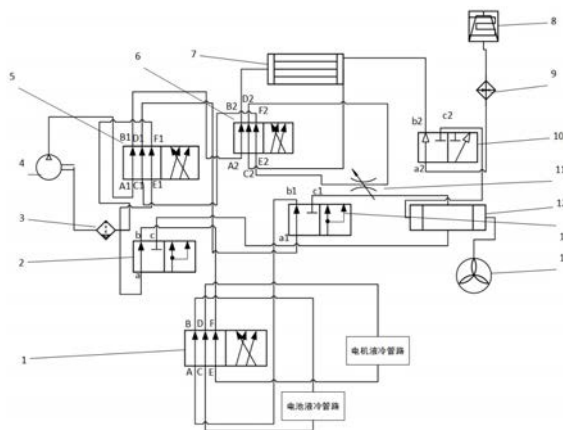
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统

(57)摘要

本发明涉及基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统,属于汽车的热管理系统技术领域。所述系统包括第一电磁阀、第二电磁阀、气液分离器、压缩机、第三电磁阀、第四电磁阀、冷凝器、空调管路、第五换向阀、节流阀、蒸发器、第六换向阀、风扇、电机液冷管路、电池液冷管路;其中第一电磁阀、第三电磁阀和第四电磁阀均为二位六通电磁换向阀,第二电磁阀、第五电磁阀和第六电磁阀均为二位三通电磁换向阀;系统中的工质定为沸点53℃的全氟己酮。本发明具有四种工况,在满足电池加热和冷却的基本性能的同时,辅助空调的制冷和加热,充分利用了电机余热;本发明既适用于纯电动汽车也适用于混合动力汽车。



1. 基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统,其特征在于:包括第一电磁阀(1)、第二电磁阀(2)、气液分离器(3)、压缩机(4)、第三电磁阀(5)、第四电磁阀(6)、冷凝器(7)、空调管路(8)、第五换向阀(10)、节流阀(11)、蒸发器(12)、第六换向阀(13)、风扇(14)、电机液冷管路(15)、电池液冷管路(16);

所述第一电磁阀(1)、第三电磁阀(5)和第四电磁阀(6)均为二位六通电磁换向阀;

所述第二电磁阀(2)、第五电磁阀(10)和第六电磁阀(13)均为二位三通电磁换向阀;

其中第一电磁阀(1)、电机液冷管路(15)和电池液冷管路(16)构成电机电池热管理回路;空调管路(8)、第五电磁阀(10)、蒸发器(12)和风扇(14)构成空调热管理回路;其余部件均为整车热管理系统的外部回路;

系统中的工质为沸点不高于55℃的相变材料,可选定为全氟己酮;

在电池需要制热时,通过调节第一电磁阀(1)、第三电磁阀(5)和第四电磁阀(6),使得高温高压工质先流过电机液冷管路(15),再流过电池液冷管路(16),有效利用汽车电机工作产生的热量;在电池需要制冷时,通过调节第一电磁阀(1)、第三电磁阀(5)和第四电磁阀(6),选择性地使得低温低压工质先流过电池液冷管路(16),再流过电机液冷管路(15),有效维持电池在设定温度范围内工作;另一方面,通过控制风扇(14)和第五电磁阀(10),满足驾驶员对于车内温度调节的需求。

2. 根据权利要求1所述基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统,其特征在于:所述第一电磁阀(1)的第一进口A连通着第六电磁阀(13)的第一出口b1,所述电池管路(16)串联在第一电磁阀(1)的第二进口C和第二出口D之间,所述电机管路(15)串联在第一电磁阀(1)的第三进口E和第一出口B之间,第一电磁阀(1)的第三出口F连通着第二电磁阀(2)的第一出口b;

所述第二电磁阀(2)的进口a连通着第三电磁阀(5)的第三进口E1,第二电磁阀(2)的第二出口c连通着蒸发器(12)的进口;

所述第三电磁阀(5)的第一进口A1连通着压缩机(4)的出口,第三电磁阀(5)的第二进口C1连通着第四电磁阀(6)的第三出口F2,第三电磁阀(5)的第一出口B1连通着第四电磁阀(6)的第一进口A2,第三电磁阀(5)的第二出口D1连通着第六电磁阀(13)的进口a1,第三电磁阀(5)的第三出口F1连通着压缩机(4)的进口;

所述第四电磁阀(6)的第二进口C2和第一出口B2之间串联着冷凝器(7),第四电磁阀(6)的第三进口E2和第二出口D2之间接入节流阀(11);

所述冷凝器7的风道管路出口连通着第五电磁阀(10)的第一进口b2,第五电磁阀(10)的第二出口c2通过风道管路通向蒸发器(12),第五电磁阀(10)的出口a2通过风道管路通向空调管路(8);

所述第六电磁阀(13)的第二出口c1连通着蒸发器(12)的出口,所述风扇(14)通过风道管路通向蒸发器(12)。

3. 根据权利要求2所述基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统,其特征在于:所述第三电磁阀(5)的第三出口F1和压缩机(4)的入口,两者之间串联着气液分离器(3)。

4. 根据权利要求1所述基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统,其特征在于:所述第五电磁阀(10)的进口a2和空调管路(8)的一端之间的管路上设有电辅热装置(9)。

## 基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于汽车的热管理系统技术领域,具体涉及纯电动汽车或混合动力汽车用的集成热管理系统。

### 背景技术

[0002] 在低温环境下,温度过低会影响电池放电性能,可能导致电动汽车动力输出不足;在常温环境下,电动汽车行驶过程中电池组会频繁进行充放电活动,这一过程中电池会不断产生热量、导致电池温度上升、影响电池工作效率;在高温环境下,如果电池不能及时有效地散热,电池有热失控的危险。因此,为了提高电池工作效率,保证电池工作安全,通常有必要将电池工作温度维持在20℃到25℃之间。

[0003] 现有的电动汽车热管理系统主要采用风冷、液冷、平板热管等方式对电池组进行散热,但这种传统的散热方式在某些高温环境下散热效果有限,无法满足电池热管理需求。

[0004] 针对这一现状,部分研究者在电池组热管理系统中引入了相变材料,利用相变材料的高潜热特性实现储热和放热分室进行的效果。但是这些研究成果多为采用固-液相变材料设计的热管理系统,并未综合考虑电机余热和液-气相变材料对电动汽车电机电池热管理系统进行优化设计。

### 发明内容

[0005] 为了实现在各种温度环境下均能维持动力电池的正常工作,本发明提供一种基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统。

[0006] 基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统包括第一电磁阀1、第二电磁阀2、气液分离器3、压缩机4、第三电磁阀5、第四电磁阀6、冷凝器7、空调管路8、第五换向阀10、节流阀11、蒸发器12、第六换向阀13、风扇14、电机液冷管路15、电池液冷管路16;

所述第一电磁阀1、第三电磁阀5和第四电磁阀6均为二位六通电磁换向阀;

所述第二电磁阀2、第五电磁阀10和第六电磁阀13均为二位三通电磁换向阀;

其中第一电磁阀1、电机液冷管路15和电池液冷管路16构成电机电池热管理回路;空调管路8、第五电磁阀10、蒸发器12和风扇14构成空调热管理回路;其余部件均为整车热管理系统的外部回路;

系统中的工质为沸点不高于55℃的全氟己酮;

在电池需要制热时,通过调节第一电磁阀1、第三电磁阀5和第四电磁阀6,使得高温高压工质先流过电机液冷管路15,再流过电池液冷管路16,有效利用汽车电机工作产生的热量;在电池需要制冷时,通过调节第一电磁阀1、第三电磁阀5和第四电磁阀6,选择性地使得低温低压工质先流过电池液冷管路16,再流过电机液冷管路15,有效维持电池在设定温度范围内工作;另一方面,通过控制风扇14和第五电磁阀10,满足驾驶员对于车内温度调节的需求。

[0007] 基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统的具体结构连接关系说明如下:

所述第一电磁阀1的第一进口A连通着第六电磁阀13的第一出口b1,所述电池管路16串联在第一电磁阀1的第二进口C和第二出口D之间,所述电机管路15串联在第一电磁阀1的第三进口E和第一出口B之间,第一电磁阀1的第三出口F连通着第二电磁阀2的第一出口b;

所述第二电磁阀2的进口a连通着第三电磁阀5的第三进口E1,第二电磁阀2的第二出口c连通着蒸发器12的进口;

所述第三电磁阀5的第一进口A1连通着压缩机4的出口,第三电磁阀5的第二进口C1连通着第四电磁阀6的第三出口F2,第三电磁阀5的第一出口B1连通着第四电磁阀6的第一进口A2,第三电磁阀5的第二出口D1连通着第六电磁阀13的进口a1,第三电磁阀5的第三出口F1连通着压缩机4的进口;

所述第四电磁阀6的第二进口C2和第一出口B2之间串联着冷凝器7,第四电磁阀6的第三进口E2和第二出口D2之间接入节流阀11;

所述冷凝器7的风道管路出口连通着第五电磁阀10的第一进口b2,第五电磁阀10的第二出口c2通过风道管路通向蒸发器12,第五电磁阀10的出口a2通过风道管路通向空调管路8;

所述第六电磁阀13的第二出口c1连通着蒸发器12的出口,所述风扇14通过风道管路通向蒸发器12。

[0008] 进一步限定的技术方案如下:

所述第三电磁阀5的第三出口F1和压缩机4的入口,两者之间串联着气液分离器3。

[0009] 所述第五电磁阀10的进口a2和空调管路8的一端之间的管路上设有电辅热装置9。

[0010] 与现有技术相比,本发明的有益技术效果体现在以下方面:

1. 本发明系统结构简单,设计合理,可以适应不同工作环境下电池的热管理需求。其中液态相变材料直冷方式简化了制冷剂与载冷剂的液液二次换热过程,提高了能量转换效率,增强换热能力,具备高效降温节能性和应急冷却响应性。研究工作针对动力电池液态相变材料直接冷却热管理技术与传统的液液换热的结构相比,有效地提升了电池组降温性达47.31%,实现温均增效38.25%。在温控调参时并没有一味地增大流量或降低压力,要综合考虑电池温降性和温度一致性,在保证电机工作温度的条件下,最大限度上的节约了空调的能耗,并尽可能的降低了系统能耗,系统总能耗降低了4.75%左右。

[0011] 2. 该系统在电池需要制热时,通过调节第三电磁阀5,第四电磁阀6,以及第一电磁阀1,使得高温高压工质先流过电机液冷管路15再流过电池液冷管路16,可有效利用电机热管理系统的热量,提高系统节能效果。

[0012] 3. 该系统在电池需要制冷时,通过调节第三电磁阀5,第四电磁6,以及第一电磁1,选择性地使得低温低压工质先流过电池液冷管路16再流过电机液冷管路15,可有效维持电池在设定的温度范围内工作、提高电池工作效率;

4. 该系统针对蒸发器的工作特性设计了导流风道,充分的利用了蒸发器在电池加热和冷却过程中的热量和制冷量为空调进行加热和降温;

5. 该系统充分的利用沸腾换热原理,设计了蒸发器冷凝器的循环系统,利用相变材料的潜热大、储能强的特点有效的降低热管理系统能耗;

6. 该系统节流阀可以精确地调节电池冷却和加热的温度,使得出口水温和进出口温差的控制精度可分别改善24%和40%。

## 附图说明

[0013] 图1为本发明系统结构示意图。

[0014] 图1中序号：第一电磁阀1、第二电磁阀2、气液分离器3、压缩机4、第三电磁阀5、第四电磁阀6、冷凝器7、空调管路8、电辅热机构9、第五电磁阀10、节流阀11、蒸发器12、第六电磁阀13、风扇14、电机液冷管路15、电池液冷管路16。

## 具体实施方式

[0015] 下面结合附图，通过实施例对本发明作进一步地描述。

[0016] 参见图1，基于相变材料的电动汽车整车集成热管理系统包括第一电磁阀1、第二电磁阀2、气液分离器3、压缩机4、第三电磁阀5、第四电磁阀6、冷凝器7、空调管路8、第五换向阀10、节流阀11、蒸发器12、第六换向阀13、风扇14、电机液冷管路15、电池液冷管路16。

[0017] 其中第一电磁阀1、第三电磁阀5和第四电磁阀6均为二位六通电磁换向阀；第二电磁阀2、第五电磁阀10和第六电磁阀13均为二位三通电磁换向阀。

[0018] 第一电磁阀1、电机液冷管路15和电池液冷管路16构成电机电池热管理回路；空调管路8、第五电磁阀10、蒸发器12和风扇14构成空调热管理回路；其余部件均为整车热管理系统的外部回路。

[0019] 具体结构件的连接关系说明如下：

所述第一电磁阀1的第一进口A连通着第六电磁阀13的第一出口b1，所述电池管路16串联在第一电磁阀1的第二进口C和第二出口D之间，所述电机管路15串联在第一电磁阀1的第三进口E和第一出口B之间，第一电磁阀1的第三出口F连通着第二电磁阀2的第一出口b；

所述第二电磁阀2的进口a连通着第三电磁阀5的第三进口E1，第二电磁阀2的第二出口c连通着蒸发器12的进口；

所述第三电磁阀5的第一进口A1连通着压缩机4的出口，第三电磁阀5的第二进口C1连通着第四电磁阀6的第三出口F2，第三电磁阀5的第一出口B1连通着第四电磁阀6的第一进口A2，第三电磁阀5的第二出口D1连通着第六电磁阀13的进口a1，第三电磁阀5的第三出口F1连通着压缩机4的进口；

所述第四电磁阀6的第二进口C2和第一出口B2之间串联着冷凝器7，第四电磁阀6的第三进口E2和第二出口D2之间接入节流阀11；

所述冷凝器7的风道管路出口连通着第五电磁阀10的第一进口b2，第五电磁阀10的第二出口c2通过风道管路通向蒸发器12，第五电磁阀10的出口a2通过风道管路通向空调管路8；

所述第六电磁阀13的第二出口c1连通着蒸发器12的出口，所述风扇14通过风道管路通向蒸发器12。

[0020] 所述第三电磁阀5的第三出口F1和压缩机4的入口，两者之间串联着气液分离器3。

[0021] 所述第五电磁阀10的进口a2和空调管路8的一端之间的管路上设有电辅热装置9。

[0022] 系统中的工质为沸点53℃的全氟己酮。

[0023] 本发明具有四种工况，各工况的工作原理详细说明如下：

工况一：当电池需要冷却的情况下，第一电磁阀1处于第一进口A与第一出口B连通、第二进口C与第二出口D连通、第三进口E与第三出口F连通的状态，第三电磁阀5处于第一进口

A1与第一出口B1连通、第二进口C1与第二出口D1连通、第三进口E1与第三出口F1连通的状态,第四电磁阀6处于第一进口A2与第一出口B2连通、第二进口C2与第二出口D2连通、第三进口E2与第三出口F2连通的状态;高温高压的工质从压缩机4依次进入第三电磁阀5、第四电磁阀6、冷凝装置7,并从节流阀11流出;此时工质以低温低压的状态流回第三电磁阀5并流入第六电磁阀13,然后进入第一电磁阀1依次通过电池液冷管路16、电机液冷管路15回到第一电磁阀1,最后经过第二电磁阀2、第三电磁阀5,液气分离器3回到压缩机4。

[0024] 在上述工况下,当需要降低电池冷却速度,除了改变压缩机4和节流阀11的工作状态外,还可以通过控制第一电磁阀1处于第一进口A与第二出口D连通、第二进口C与第三出口F连通、第三进口E与第一出口B连通的状态使得低温低压的工质先经过电机液冷管路15再流入电池液冷管路16的方式实现调节电机和电池的冷却速度。

[0025] 工况二:当电池需要加热时,第一电磁阀1处于第一进口A与第二出口D连通、第二进口C与第三出口F连通、第三进口E与第一出口B连通的状态,第三电磁阀5处于第一进口A1与第一出口B1连通、第二进口C1与第二出口D1连通、第三进口E1与第三出口F1连通的状态,第四电磁阀6处于第一进口A2与第一出口B2连通、第二进口C2与第二出口D2连通、第三进口E2与第三出口F2连通的状态;高温高压的工质从压缩机4进入第三电磁阀5依次进入第六电磁阀13、第一电磁阀1、电机液冷管路15、电池液冷管路16,再通过第一电磁阀1、第二电磁阀2、第三电磁阀5、第四电磁阀6,进入节流阀11;然后工质以低温低压的状态进入冷凝装置7,再通过第四电磁阀6、第三电磁阀5、气液分离器3最终回到压缩机4。

[0026] 工况三:当电池需要加热且车内空调需要加热、或者当电池需要制冷且车内空调需要制冷,则风扇14启动,第二电磁阀2处于进口a、第一出口b、第二出口c均连通状态,第六电磁阀13处于进口a1、第一出口b1、第二出口c1均连通的状态,第五电磁阀10处于进口a2与第二出口c2连通、且第一出口b2不通的状态;高温高压的工质从第六电磁阀13分两路,一路进入第一电磁阀1,一路进入蒸发器12;风扇14将经过蒸发器2加热或冷却的空气吹送到第五电磁阀10并进入空调热管理管路。

[0027] 工况四:当电池需要冷却且车内空调需要加热、或者当电池需要加热且车内空调需要制冷,则第二电磁阀2处于进口a1与第一出口b1连通、且第二出口c1不通的状态,第六电磁阀13处于进口a1与第一出口b1连通、且第二出口c1不通的状态,第五电磁阀10处于进口a2与第一出口b2连通、且第二出口c2不通的状态;汽车行驶中经过冷凝器7加热或冷却的空气吹送到第五电磁阀10并进入空调热管理管路。

[0028] 在上述工况下,当需要加快车内空调制热速度,可开启电辅热装置9。

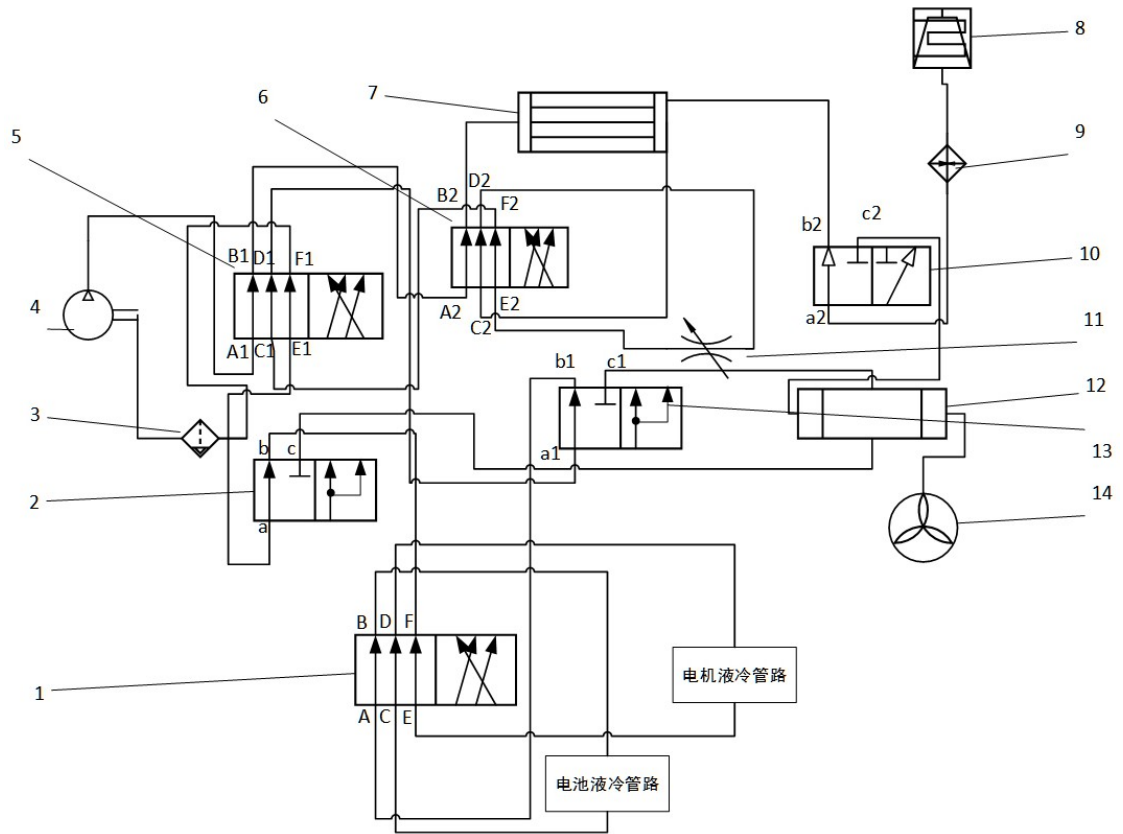


图1