



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103928728 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201410161464. 0

H01M 10/6567(2014. 01)

(22) 申请日 2014. 04. 22

(71) 申请人 哈尔滨工业大学(威海)

地址 264209 山东省威海市文化西路 2 号

(72) 发明人 王成安 刘福东 马兰新 王程超

谭建宇 王富强

(74) 专利代理机构 哈尔滨市伟晨专利代理事务

所(普通合伙) 23209

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014. 01)

H01M 10/625(2014. 01)

H01M 10/6552(2014. 01)

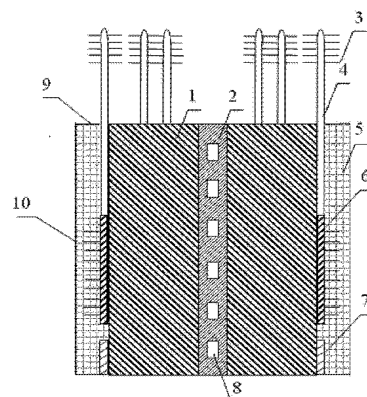
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统

(57) 摘要

具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,涉及一种电池热管理系统。本发明为了解决现有电池热管理系统无法保证动力电池在任何工况下都可以在合理的温度范围内的问题。动力电池箱的中央内嵌有冷板,单体动力电池卡紧在电池卡槽与冷板之间,其与冷板相邻的侧面与冷板的侧面接触;单体动力电池的侧面上均贴附有热管蒸发段,单体动力电池侧面上均铺设热管,动力电池箱内填充相变材料;液体流道的进出口与管件相连;冷板、管件和水泵组成单相液体回路,其通过换热器与电动汽车的制冷系统耦合在一起;可编程自动调温器与水泵电连接,温度传感器的探头贴附在电池上,并与可编程自动调温器电连接。本发明用于动力电池热管理。



1. 一种具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,包括动力电池箱,动力电池箱包括电池箱外壳(10)和电池箱顶盖(9)以及动力电池箱内部的电池卡槽(7),电池箱顶盖(9)和电池箱外壳(10)配合,其特征在于:电池热管理系统还包括冷板(2)、热管(4)和热管蒸发段(6);

动力电池箱的中央内嵌有冷板(2),多个单体动力电池(1)安装在动力电池箱的卡槽(7)内且分列在冷板(2)左右两侧,单体动力电池(1)卡紧在电池卡槽(7)与冷板(2)之间,且单体动力电池(1)与冷板(2)相邻的侧面与冷板(2)的侧面接触;单体动力电池(1)除与冷板(2)相邻的侧面之外的其余侧面上均贴附有热管蒸发段(6),前后相邻的两个单体动力电池(1)相邻面共用一个热管蒸发段(6),单体动力电池(1)除与冷板(2)相邻的侧面之外的其余侧面上均铺设热管(4),所述热管(4)的下端插在热管蒸发段(6)内,热管(4)的上端穿出电池箱顶盖(9),热管(4)内设有相变工质;在动力电池箱剩余空间内填充相变材料(5);

所述电池热管理系统还包括单相液体回路,具体包括管件(11)、换热器(12)和水泵(13),冷板(2)的外形为长方体,冷板(2)的内部加工有液体流道(8),所述液体流道(8)为连续弯曲的蛇形流道,蛇形流道的进出口与动力电池箱外部的管件(11)相连;单相液体回路通过换热器(12)与电动汽车的制冷系统(16)耦合在一起;

所述电池热管理系统还包括可编程自动调温器(14)和温度传感器(15),可编程自动调温器(14)与水泵(13)电连接,可编程自动调温器(14)用于控制水泵工作,温度传感器(15)的探头贴附在单体动力电池(1)上,并与可编程自动调温器(14)电连接,温度传感器(15)用于检测电池温度并将温度信号输送至可编程自动调温器(14)。

2. 根据权利要求1所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述相变材料(5)为固-液相变材料,相变温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$,所述相变材料(5)为石蜡或硝酸锂三水化合物。

3. 根据权利要求1所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述相变材料(5)为固-液相变材料,相变温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$,所述相变材料(5)为泡沫铜/石蜡复合相变材料或石墨/石蜡复合相变材料。

4. 根据权利要求1所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述热管(4)内的相变工质的相变温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$,相变工质为氟利昂或戊烷。

5. 根据权利要求1所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述热管(4)为铝合金金属管。

6. 根据权利要求5所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述热管(4)的冷凝段和热管蒸发段(6)均设置有翅片(3)。

7. 根据权利要求1所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述热管蒸发段(6)与单体动力电池(1)的接触面、单体动力电池(1)与冷板(2)的接触面以及冷板(2)与动力电池箱的接触面均涂覆导热介质或加导热片。

8. 根据权利要求7所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述电池箱顶盖(9)与热管(4)配合处设有密封圈,电池箱顶

盖(9)和电池箱外壳(10)配合处设有密封条。

9. 根据权利要求8所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述单相液体回路内的液态工质为含水95%的乙二醇水溶液,其凝固点为 -50°C 。

10. 根据权利要求9所述的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统,其特征在于:所述热管蒸发段(6)为方形铝板。

具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电池热管理系统,具体涉及一种具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统。

背景技术

[0002] 在能源与环境问题的巨大挑战下,发展新能源汽车已成为必然趋势,因此各个国家对新能源汽车的开发十分重视。目前,新能源汽车主要包括混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池电动汽车及太阳能汽车等各类新能源汽车。而作为新能源汽车的代表,电动汽车因具备直接电机驱动,零排放的环境可靠性成为目前新能源汽车发展的热点。

[0003] 动力电池是电动汽车运行的动力源,其工作时存在最佳温度范围,如锂离子电池,常规的工作温度为 $-20 \sim 60^{\circ}\text{C}$,而最佳工作温度为 25°C ,在此最佳工作温度下,锂离子电池工作在最稳定的状态下,且使用寿命最长。在运行实际中,往往因为工作条件恶劣,造成动力电池温度过高。电动汽车在某些运行工况下,如高速行驶或爬坡,电池发热量增大,若内部发热量不能及时排出会造成电池内部温度升高超出工作温度范围;外部环境温度过高,如炎热的夏季,同样会使动力电池温度升高超出最佳工作温度范围。以上情形不仅缩短了电池的使用寿命、影响电池的容量,而且还会影响汽车的稳定运行甚至引发爆炸等安全事故。

[0004] 结合目前国内外的一些动力电池热管理控制方法,发现仍存在很多不足,单纯采用被动热控制方式,如相变材料、热管等,仅能保证动力电池在一般情况下正常工作,在恶劣条件下往往失效。相变材料在完全相变的状态下,不仅无法发挥其储热的性能,还会因为低热导率造成电池热量导出困难;热管不仅有自然失效的可能,而且在电动汽车经历崎岖路面发生振荡时极易损坏,在高温环境下,传热性能也会降低甚至失效。

[0005] 因此,对车用动力电池进行合理全面的热管理控制,使其工作在合理的温度范围内,是本领域技术人员需要解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,进而提供一种具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统。目的在于:动力电池在常规运行工况下,热管理系统仅被动热控制部分工作即可满足电池的工作温度要求;一旦运行工况较为恶劣,热管理系统自发转换为主动热控制方式,为动力电池降温,以保证动力电池工作在合理的温度范围内。

[0007] 本发明为了解决上述技术问题所采取的技术方案是:

[0008] 本发明所述具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统包括动力电池箱,动力电池箱包括电池箱外壳和电池箱顶盖以及动力电池箱内部的电池卡槽,电池箱顶盖和电池箱外壳配合,电池热管理系统还包括冷板、热管和热管蒸发段;

[0009] 动力电池箱的中央内嵌有冷板,多个单体动力电池安装在动力电池箱的卡槽内且分列在冷板左右两侧,单体动力电池卡紧在电池卡槽与冷板之间,且单体动力电池与冷板相邻的侧面与冷板的侧面接触;单体动力电池除与冷板相邻的侧面之外的其余侧面上均贴附有热管蒸发段,前后相邻的两个单体动力电池相邻面共用一个热管蒸发段,单体动力电池除与冷板相邻的侧面之外的其余侧面上均铺设热管,所述热管的下端插在热管蒸发段内,热管的上端穿出电池箱顶盖,热管内设有相变工质;在动力电池箱剩余空间内填充相变材料;

[0010] 所述电池热管理系统还包括管件、换热器和水泵,冷板的外形为长方体,冷板的内部加工有液体流道,所述液体流道为连续弯曲的蛇形流道,蛇形流道的进出口与动力电池箱外部的管件相连;冷板与管件和水泵共同组成单相液体回路,单相液体回路通过换热器与电动汽车的制冷系统耦合在一起;

[0011] 单相液体回路与电动汽车的制冷系统耦合时,只需在电动汽车的制冷系统的管路上加装换热器即可,不涉及对制冷系统的其他改进,所述的电动汽车的制冷系统形式可以根据电动汽车的不同而不同;

[0012] 所述电池热管理系统还包括可编程自动调温器和温度传感器,可编程自动调温器与水泵电连接,可编程自动调温器用于控制水泵工作,温度传感器的探头贴附在单体动力电池上,并与可编程自动调温器电连接,温度传感器用于检测电池温度并将温度信号输送至可编程自动调温器。

[0013] 单相液体回路工作时,汽车的制冷系统可由可编程自动调温器控制开启或关闭,也可由驾驶员手动开启或关闭。

[0014] 优选的:所述相变材料为固-液相变材料,相变温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$,可选用单一的相变材料,如石蜡或硝酸锂三水化合物,也可选用其他复合相变材料,如泡沫铜/石蜡复合相变材料或石墨/石蜡复合相变材料。

[0015] 优选的:所述热管内的相变工质的相变温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$,根据相变温度选择相变工质,如氟利昂或戊烷;

[0016] 优选的:所述热管为铝合金金属管,可弯曲以配合动力电池在汽车中的安放位置;

[0017] 优选的:所述热管的冷凝段和热管蒸发段均设置有翅片。以增大与外部空气的对流换热面积。

[0018] 优选的:所述热管蒸发段与单体动力电池的接触面、单体动力电池与冷板的接触面以及冷板与动力电池箱的接触面均涂覆导热介质或加导热片。

[0019] 优选的:所述电池箱顶盖与热管配合处设有密封圈,电池箱顶盖和电池箱外壳配合处设有密封条。

[0020] 优选的:所述单相液体回路内的液态工质为含水95%的乙二醇水溶液,其凝固点为 -50°C ,也可选择其他冷却液。

[0021] 优选的:所述热管蒸发段为方形铝板。

[0022] 本发明与现有技术相比具有以下效果:

[0023] 本发明的热管理系统综合考虑了动力电池在不同工况下的温度控制,包括常规运行工况(电池发热量不大且环境温度适中)和较为恶劣的运行工况(发热量大、高温环境或

热管损坏失效),并结合被动热控方式及主动热控方式的优点,提出了一种具有温度自适应调节能力的热管理系统,使动力电池工作在较为合理的温度范围内,从而保证了电池的安全稳定运行及使用寿命。其中,常规运行工况下,仅依靠相变材料与热管组合的被动热控方式,即满足电池工作在最佳温度范围内,单相液体回路不工作;运行工况较为恶劣,动力电池超过设定的高温阈值时,可编程自动调温器对电池的高温做出响应,控制液体回路和电动汽车制冷系统工作,为动力电池降温。可编程自动调温器控制水泵的转速,实现热管理系统的温度自适应。此外,被动热控手段与主动热控手段的联合使用使热管理系统更具灵活性,液体回路的引入弥补了相变材料和热管在恶劣运行工况下无法保证动力电池安全稳定运行的缺点,而相变材料和热管的引入,使动力电池在常规运行工况下无需使用主动热控,液体回路关闭,节约能源。

附图说明

[0024] 图 1 是动力电池箱主视剖面图结构示意图;

[0025] 图 2 是热管的主视图结构示意图;

[0026] 图 3 是动力电池箱俯视剖面图结构示意图;

[0027] 图 4 是冷板流道结构示意图;

[0028] 图 5 是单相流体回路工作原理图;

[0029] 图 6 是一种具有温度自适应能力的热管理系统工作逻辑示意图;

[0030] 图中:1-单体动力电池,2-冷板,3-翅片,4-热管,5-相变材料,6-热管蒸发段,7-电池卡槽,8-液体流道,9-电池箱顶盖,10-电池箱外壳,11-管件,12-换热器,13-水泵,14-可编程自动调温器,15-温度传感器,16-电动汽车的制冷系统。

具体实施方式

[0031] 下面根据附图详细阐述本发明优选的实施方式。

[0032] 具体实施方式:本实施方式的具有温度自适应功能的热管与单相液体回路耦合换热的电池热管理系统包括动力电池箱,动力电池箱包括电池箱外壳 10 和电池箱顶盖 9 以及动力电池箱内部的电池卡槽 7,电池箱顶盖 9 和电池箱外壳 10 配合,电池热管理系统还包括冷板 2、热管 4 和热管蒸发段 6;

[0033] 动力电池箱的中央内嵌有冷板 2,多个单体动力电池 1 安装在动力电池箱的卡槽 7 内且分列在冷板 2 左右两侧,单体动力电池 1 卡紧在电池卡槽 7 与冷板 2 之间,如此,能保证单体动力电池 1 位置不发生移动,且单体动力电池 1 与冷板 2 相邻的侧面与冷板 2 的侧面接触,如此,热量可以直接传到冷板上;单体动力电池 1 除与冷板 2 相邻的侧面之外的其余侧面上均贴附有热管蒸发段 6,前后相邻的两个单体动力电池 1 相邻面共用一个热管蒸发段 6,单体动力电池 1 除与冷板 2 相邻的侧面之外的其余侧面上均铺设热管 4,如此,以保证电池的温度均匀,所述热管 4 的下端插在热管蒸发段 6 内,热管 4 的上端穿出电池箱顶盖 9,热管 4 内设有相变工质;在动力电池箱剩余空间内填充相变材料 5。

[0034] 进一步:所述电池热管理系统还包括管件 11、换热器 12 和水泵 13,冷板 2 的外形为长方体,冷板 2 的内部加工有液体流道 8,所述液体流道 8 为连续弯曲的蛇形流道,使冷板有较高的传热效率,蛇形流道的进出口与动力电池箱外部的管件 11 相连;冷板 2 与管件

11 和水泵 13 共同组成单相液体回路,水泵驱动单相液体回路工作,单相液体回路通过换热器 12 与电动汽车的制冷系统 16 耦合在一起,如此,汽车的制冷系统 16 充当冷源对动力电池进行冷却。

[0035] 单相液体回路与电动汽车的制冷系统耦合时,只需在电动汽车的制冷系统的管路上加装换热器即可,不涉及对制冷系统的其他改进,所述的电动汽车的制冷系统形式可以根据电动汽车的不同而不同。

[0036] 进一步:所述电池热管理系统还包括可编程自动调温器 14 和温度传感器 15,可编程自动调温器 14 与水泵 13 电连接,可编程自动调温器 14 用于控制水泵工作,温度传感器 15 分别与单体动力电池 1 和可编程自动调温器 14 电连接,温度传感器 15 用于检测电池温度并将温度信号输送至可编程自动调温器 14。

[0037] 单相液体回路工作时,汽车的制冷系统可由可编程自动调温器控制开启或关闭,也可由驾驶员手动开启或关闭。

[0038] 进一步:所述相变材料 5 为固-液相变材料,相变温度为 $20^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$,可选用单一的相变材料,如石蜡或硝酸锂三水化合物,也可选用其他复合相变材料,如泡沫铜/石蜡复合相变材料或石墨/石蜡复合相变材料。

[0039] 进一步:所述热管 4 内的相变工质的相变温度为 $20^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$,根据相变温度选择相变工质,如氟利昂或戊烷;

[0040] 进一步:所述热管 4 为铝合金金属管,可弯曲以配合动力电池在汽车中的安放位置;

[0041] 进一步:所述热管 4 的冷凝段和热管蒸发段 6 均设置有翅片 3。以增大与外部空气的对流换热面积。

[0042] 进一步:所述热管蒸发段 6 与单体动力电池 1 的接触面、单体动力电池 1 与冷板 2 的接触面以及冷板 2 与动力电池箱的接触面均涂覆导热介质或加导热片。

[0043] 进一步:所述电池箱顶盖 9 与热管 4 配合处设有密封圈,电池箱顶盖 9 和电池箱外壳 10 配合处设有密封条。

[0044] 进一步:所述单相液体回路内的液态工质为含水 95% 的乙二醇水溶液,其凝固点为 -50°C ,也可选择其他冷却液。

[0045] 进一步:所述热管蒸发段 6 为方形铝板。

[0046] 结合图 1 至图 6,电池热管理系统的工作过程如下:

[0047] 在常规运行工况下,动力电池发热并将热量传导给相变材料 5 和热管,依靠相变材料的储热功能以及热管的散热功能,动力电池的温度可维持在最佳的工作温度范围内,此时可编程自动调温器 14 对此温度范围无响应,即单相液体回路不工作。

[0048] 当运行工况变得较为恶劣时,仅依靠相变材料 5 和热管 4 已不能维持动力电池的最佳工作温度,一旦动力电池温度高于可编程自动调温器 14 设定的最高温度阈值 t_{\max} (如 40°C),可编程自动调温器 14 做出响应,控制水泵 13 工作,汽车制冷系统 16 和液体回路同时工作,液体回路中的液态工质流经冷板 2,将动力电池传给冷板 2 的热量带走,经过换热器冷却后,进入下一个换热循环,直至动力电池温度降至设定水泵停止工作温度 t_{end} (如 20°C),水泵停止工作。

[0049] 所述可编程自动调温器所设定的最高温度阈值 t_{\max} 与水泵停止工作温度 t_{end} 可根

据不同类型的动力电池及客户需求进行差异性设定。但应保证一定的差值,可避免单相流体回路因频繁启动造成相关部件的损坏。

[0050] 本发明能够实现温度自适应调节的关键在于采用了可编程自动调温器,在实际运行中,为可编程自动调温器配置芯片,可编程自动调温器响应电池温度,通过编写程序对单相液体回路的使用与否进行选择;并通过程序编写转速 R 与电池温度 t 的函数关系,函数关系如下,

$$[0051] \quad R=A(t-t_{\max})^n$$

[0052] 其中, A 和 n 为系数,可通过试验测得, t_{\max} 为设定的电池最高温度阈值。可编程温度控制器据此调节水泵的转速进而控制液体回路的流量以应对不同的发热状况,真正实现了温度自适应。

[0053] 本发明应用对象为动力电池,本领域一切使用动力电池并装有制冷系统的汽车,包括电动汽车、混合动力汽车等均适用本发明的热管理控制系统。

[0054] 本发明真正实现了对电动汽车动力电池合理全面的热管理控制,综合考虑、节能环保,运用简单的自动化控制,实现了一种具有温度自适应能力的热管理系统,其可行性和前景十分可观。

[0055] 本实施方式只是对本专利的示例性说明,并不限定它的保护范围,本领域技术人员还可以对其局部进行改变,只要没有超出本专利的精神实质,都在本专利的保护范围内。

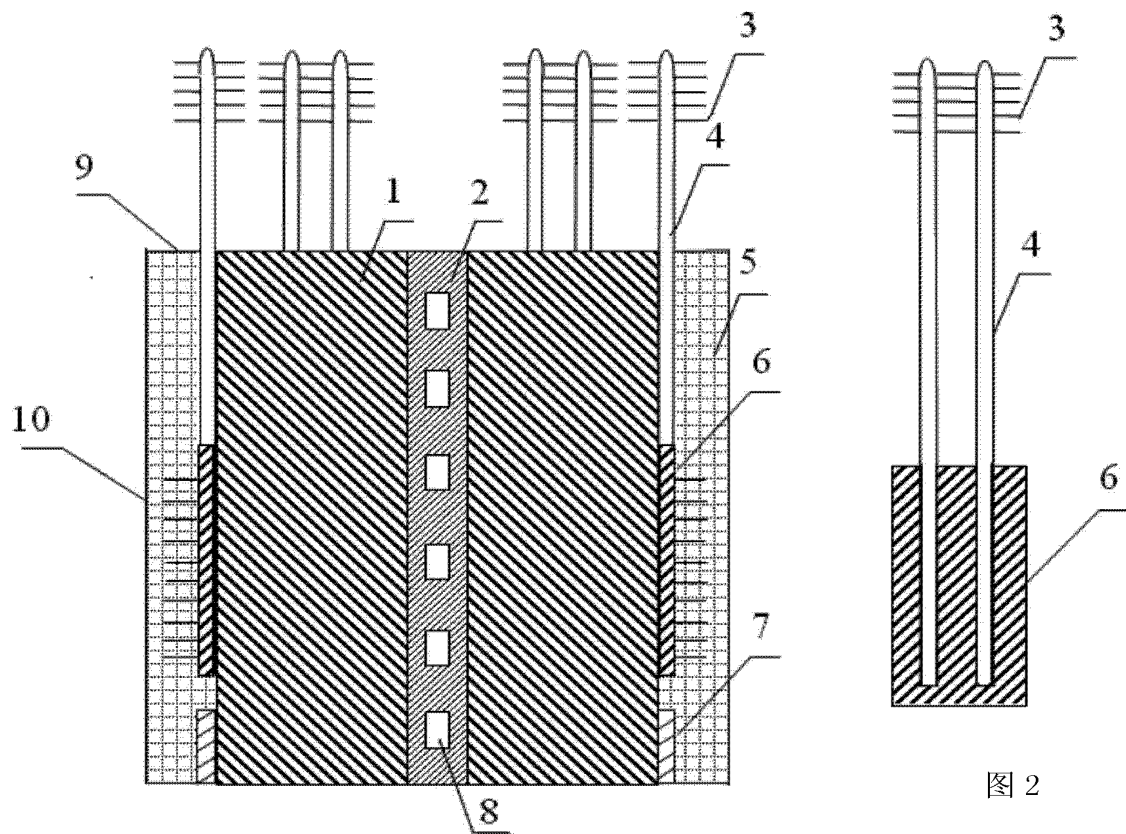


图 1

图 2

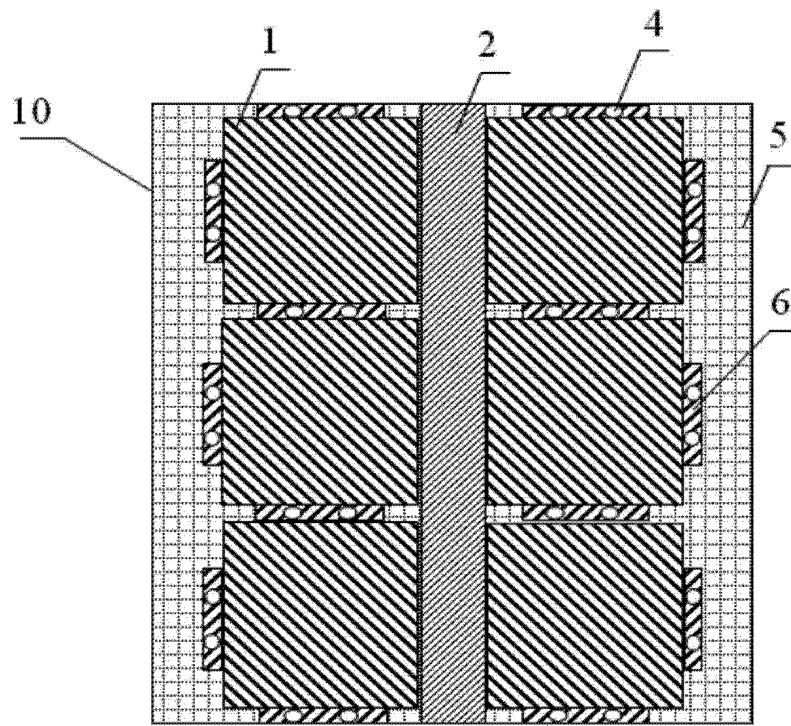


图 3

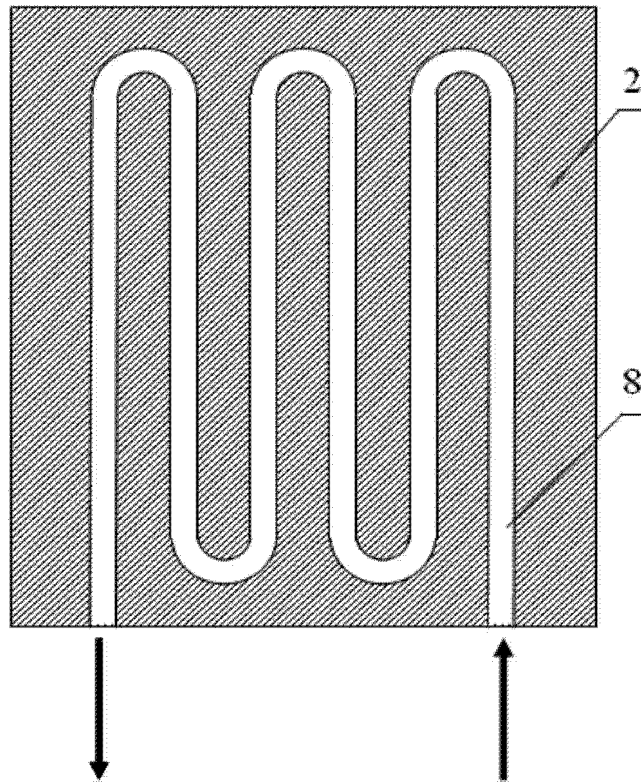


图 4

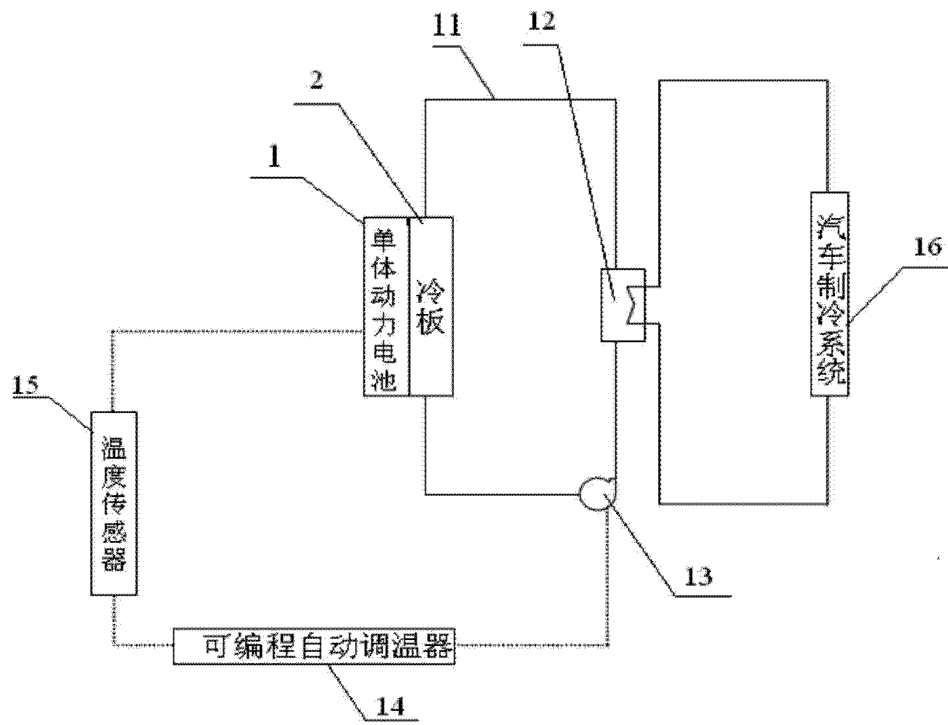


图 5

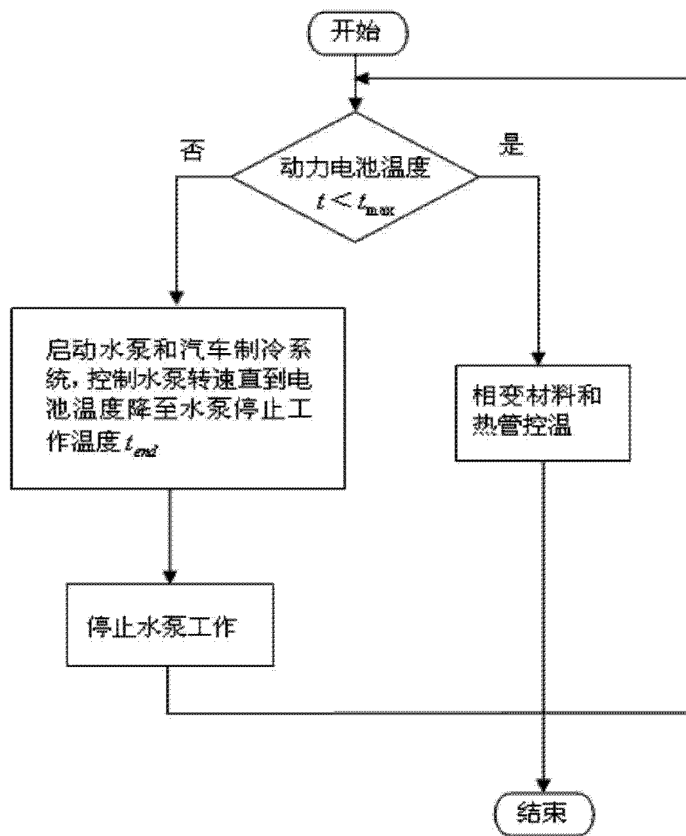


图 6