



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106450576 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201611061779.3

(22)申请日 2016.11.28

(71)申请人 南昌大学

地址 330031 江西省南昌市红谷滩新区学府大道999号

(72)发明人 黄菊花 姜贵文 李敬会

(74)专利代理机构 南昌新天下专利商标代理有限公司 36115

代理人 施秀瑾

(51)Int. Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/656(2014.01)

H01M 10/63(2014.01)

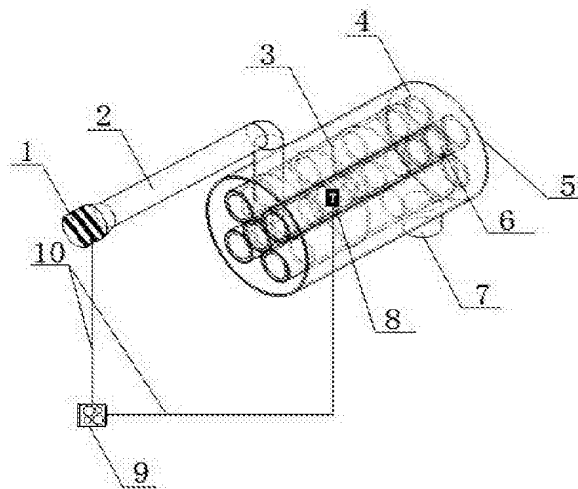
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

## (54)发明名称

一种基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统

## (57)摘要

一种基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统,包括管壳式电池模块、温度传感器、电子控制单元、通风管道、空调;空调出风口通过通风管道与电池模块进风口相连,温度传感器贴在位于电池模块中心位置的电池表面,温度传感器通过信号线与电子控制单元相连,电子控制单元再通过信号线与空调的控制电路相连。在极端环境温度下,启动空调制冷加快相变材料的散热;电池快速充电时,利用电网电能启动空调制冷,让相变材料的温度在较短的时间内恢复到初始温度。本发明能确保电池在安全温度范围内运行和各电池单体具有好的温度一致性,并克服了传统的相变材料热管理的缺点:相变材料融化后的散热效率低、循环使用容易引起热失控。



1.一种基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统,其特征是包括管壳式电池模块、温度传感器、电子控制单元、通风管道、空调;空调出风口通过通风管道与电池模块进风口相连,温度传感器贴在位于电池模块中心位置的电池表面,温度传感器通过信号线与电子控制单元相连,电子控制单元再通过信号线与空调的控制电路相连;

所述的管壳式电池模块由电池、复合相变材料、铝管、折流板、管壳组成;将复合相变材料套住电池,然后装入到铝管中,铝管均匀分布在管壳中,铝管间距为4.5-5.5mm,在铝管的轴向位置等间距地安装折流板。

2.根据权利要求1所述的基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统,其特征是所述的复合相变材料由石蜡和膨胀石墨组成,膨胀石墨的质量分数为16-20%;把石蜡加热到70℃,加入膨胀石墨熔融混合,搅拌吸附3 h得到石蜡/膨胀石墨粉末材料;再把制备的粉末材料压制内径与电池相适应的圆筒。

3.权利要求1所述的基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统的控制方法,其特征是电动汽车运行时,通过温度传感器把监测到的复合相变材料的温度信号送入电子控制单元一旦相变材料的温度达到了其熔化温度的上限,分以下三种情况进行处理:

若电池处于继续放电状态,电子控制单元发送指令利用车载电源启动空调制冷,空调冷风通过送风管道输送到电池模块中,加快相变材料的散热;

若车辆停止运行,电池处于快速充电状态,电子控制单元利用电网电能启动空调制冷,让复合材料在较短的时间内恢复到初始温度,以便下一次循环使用;

若电池处于慢充状态,不启动空调制冷,让其自然冷却。

## 一种基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于一种电动汽车动力电池热管理技术。具体涉及复合相变材料被动散热与车载空调制冷相耦合对动力电池模块进行热管理。

### 技术背景

[0002] 近年来,石化能源紧缺和环境污染日益加剧,在这双重压力下,大力发展电动汽车可有效缓解这种局势。锂离子电池是电动汽车关键零部件之一,其温度敏感性已成为制约电动汽车发展的瓶颈。其主要表现在:高温下运行加速电池的寿命衰减,恶化其安全性能,甚至发生着火、爆炸等安全事故。此外,电动汽车电池模块由大量的电池单体串并联组成,各单体的温度不一致性也会加速电池寿命的衰减。研究表明:锂离子电池的最高工作温度不得超过60 °C,各电池单体的温度之差应控制在5 °C以内。

[0003] 风冷是一种最早用于电动汽车动力电池的散热方式,具有结构简单、成本低廉等优点,但在较高的环境温度下,散热效率低、温度均匀性差,Nelson等人研究表明,在较高环境温度下,采用强制风冷难以让66 °C的电池冷却到52 °C以下。与风冷相比,液冷具有高的散热效率和良好的温度均匀性,通用Volt和特斯拉Model S采用液冷散热,将电池的温差控制在2 °C以内。但这种散热系统的结构复杂、成本高、维护困难,并且耗能较高。

[0004] 复合相变材料被动热管理是一种新型的动力电池热管理技术,它利用相变材料相变时吸热而温度基本不变这一特征来控制电池的温度过快上升。与强制风冷和液冷相比,复合相变材料热管理不需要风扇、循环泵等耗能元件,也不需要复杂的风道、液体循环管道等机械结构。然而,在极高的环境温度下(高于40 °C),一旦相变材料全部融化,其控温性能不但会失效,而且会阻碍电池向外散热,因为相变材料具有大的热阻。随着电池和电子技术的发展,锂离子电池可采用快速充电技术,在1~2 h内,可使电池的电量充满。在如此短的时间内,融化(或部分融化)了的相变材料能否恢复到初始温度(储存的热量全部散失到空气中)直接影响到下一轮的循环使用。采用复合相变材料被动散热和车载空调制冷相耦合对动力电池模块散热可克服相变材料的缺陷。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的针对现有电动汽车动力电池热管理技术不足,设计出一种基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统。本发明的热管理系统是在相变材料被动热管理的基础上增加了车载空调制冷。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的。

[0007] 本发明所述的一种基于复合相变材料散热的动力电池热管理系统,包括管壳式电池模块、温度传感器(8)、电子控制单元(Electronic Control Unit,ECU)(9)、通风管道(2)、空调(1)。空调(1)出风口通过通风管道(2)与电池模块进风口相连,温度传感器(8)贴在位于电池模块中心位置的电池表面,温度传感器(8)通过信号线(10)与电子控制单元(9)相连,电子控制单元(9)再通过信号线(10)与空调(1)的控制电路相连。

[0008] 本发明所述的管壳式电池模块由电池、复合相变材料、铝管、折流板、管壳组成；将复合相变材料套住电池，然后装入到铝管中，铝管均匀分布在管壳中，考虑到既能方便散热又不太占空间，铝管间距可设置为4.5-5.5mm，在铝管的轴向位置等间距地安装折流板。

[0009] 本发明所述的复合相变材料由石蜡和膨胀石墨组成，膨胀石墨的质量分数为16-20%。复合相变材料的制备方法：把石蜡加热到70℃，加入膨胀石墨熔融混合，搅拌吸附3 h得到石蜡/膨胀石墨粉末材料；再把制备的粉末材料压制内径与电池相适应的圆筒。

[0010] 本发明的工作过程是：电动汽车运行时，通过温度传感器把监测到的复合相变材料的温度信号送入电子控制单元(ECU)，一旦相变材料的温度达到了其熔化温度的上限，分以下三种情况进行处理。

[0011] 若电池处于继续放电状态，电子控制单元(ECU)发送指令利用车载电源启动空调制冷，空调冷风通过送风管道输送到电池模块中，加快相变材料的散热。

[0012] 若车辆停止运行，电池处于快速充电状态，电子控制单元(ECU)利用电网电能启动空调制冷，让复合材料在较短的时间内恢复到初始温度(相变材料凝固)，以便下一次循环使用；

若电池处于慢充状态，不启动空调制冷，让其自然冷却。

[0013] 本发明的优点：(1)提高了相变材料的散热效率，缩短了相变材料凝固的时间；(2)在高的环境温度下，提高了电池的热安全性，防止热失控的发生；(3)电池充电时，利用电网的电能启动空调制冷，使相变材料快速凝固。

## 附图说明

[0014] 图1 为本发明管理系统示意图。其中，1为空调；2为通风管道；3为折流板；4为铝管；5为管壳；6为电池；7为出风口；8为温度传感器；9为电子控制单元(ECU)；10为信号线。

[0015] 图2为管壳式电池模块的实物图。从左至右依次为裹有复合相变材料的电池组、装有折流板的铝管、管壳式电池模块，其中，11为复合相变材料；6为电池；4为铝管；3为折流板；5为管壳。

[0016] 图3 为电池热管理系统启动空调制冷的控制策略。

[0017] 图4 初始温度28℃，放电倍率5C，位于管壳轴线位置的5节电池(PiontA、PiontB、PiontC、PiontD、PiontE)表面温度升温曲线。

[0018] 图5 环境温度为28℃，采用复合相变材料被动散热(未启动空调制冷)，位于管壳中心位置的电池降温曲线。

[0019] 图6采用空调风强制制冷(冷风的温度为23℃)，位于管壳中心位置的电池降温曲线。

## 具体实施方式

[0020] 本发明将结合附图通过以下实施例作进一步说明。

[0021] 实施例1。

[0022] 本实施例包括管壳式电池模块、温度传感器8、电子控制单元9、通风管道2、空调1。空调1出风口通过通风管道2与电池模块进风口相连，温度传感器8贴在位于电池模块中心位置的电池表面，温度传感器8通过信号线10与电子控制单元9相连，电子控制单元9再通过

信号线10与空调1的控制电路相连。

[0023] 本实施例所述的管壳式电池模块由26650磷酸铁锂电池、复合相变材料、铝管、折流板、管壳组成；将复合相变材料套住26650磷酸铁锂电池，然后装入到铝管中，铝管均匀分布在管壳中，铝管间距设置为5mm，在铝管的轴向位置等间距地安装折流板。

[0024] 本实施例所述的复合相变材料由石蜡和膨胀石墨组成，膨胀石墨的质量分数为18%。复合相变材料的制备方法：把石蜡加热到70℃，加入膨胀石墨熔融混合，搅拌吸附3 h得到石蜡/膨胀石墨粉末材料；再把制备的粉末材料压制内径为26.1mm、高65mm、厚度4mm的圆筒。

[0025] 本实施例的工作过程是：电动汽车运行时，通过温度传感器把监测到的复合相变材料的温度信号送入电子控制单元，一旦相变材料的温度达到了其熔化温度(44℃)，分以下三种情况进行处理：

若电池处于继续放电状态，电子控制单元发送指令利用车载电源启动空调制冷，空调冷风通过送风管道输送到电池模块中，加快相变材料的散热；

若车辆停止运行，电池处于快速充电状态，电子控制单元利用电网电能启动空调制冷，让复合材料在较短的时间内恢复到初始的环境温度(相变材料凝固)，以便下一次循环使用；

若电池处于慢充状态，不启动空调制冷，让其自然冷却。

[0026] 实施例2。

[0027] 本实施例的热管理系统在只采用复合相变材料对动力电池被动散热的情况下，为节约车载动力电池的电能，相变材料将电池的温度控制在其相变温度范围内。例如：对图1所示的管壳式电池模块进行5C恒流放电，把T型热电偶贴在位于管壳轴线位置的电池表面，用温度采集仪AT4508监测电池表面温度的变化，如图4所示。从图中可知，相变材料发生相变时，电池的升温速率明显变慢，放电结束时，电池表面的最高温度控制在44℃左右(相变材料的熔点：41-44℃)，各电池单体的温度之差在1-2℃之内。

[0028] 实施例3。

[0029] 本实施例的热管理系统在相变材料完全融化和快速充电的情况下，通过控制模块启动空调制冷，加速相变材料的散热。对图1所示的管壳式电池模块进行5C恒流放电，放电结束后，分别采用自然风冷和空调冷风对电池模块进行散热，电池表面的温度变化如图5和图6所示；实验时，环境温度为28℃，空调冷风的温度为23℃。让电池模块自然冷却，在120分钟内相变材料的温度仍未恢复到初始温度；采用空调制冷，相变材料恢复到初始温度只需要大约20分钟。

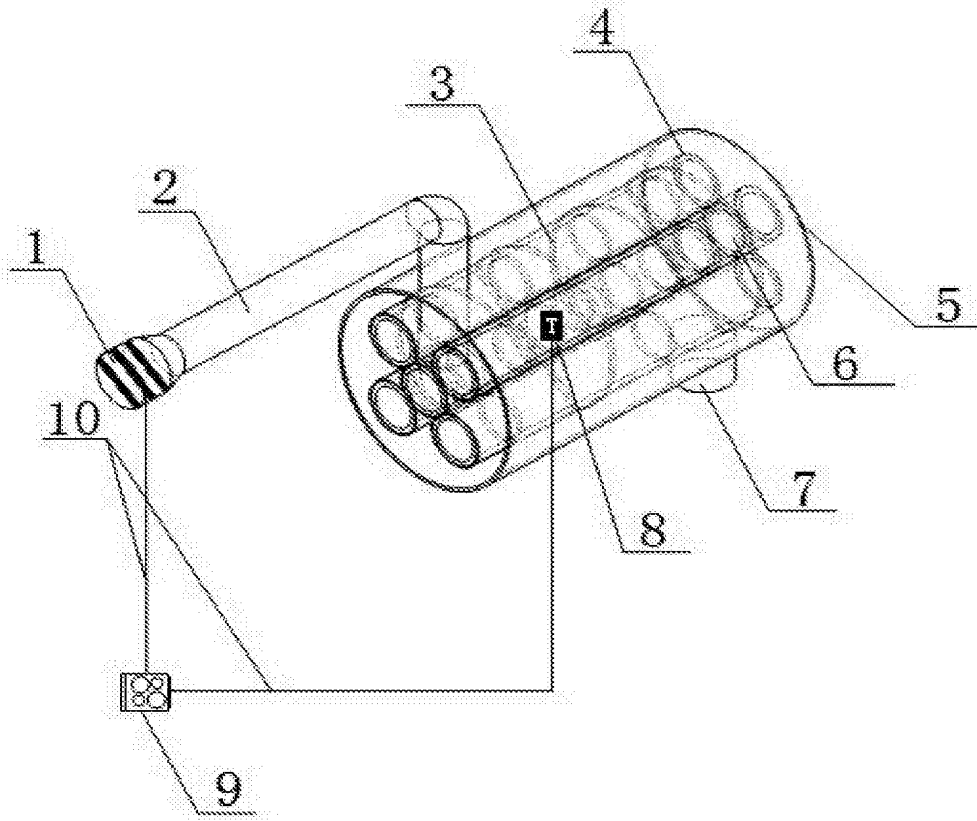


图1

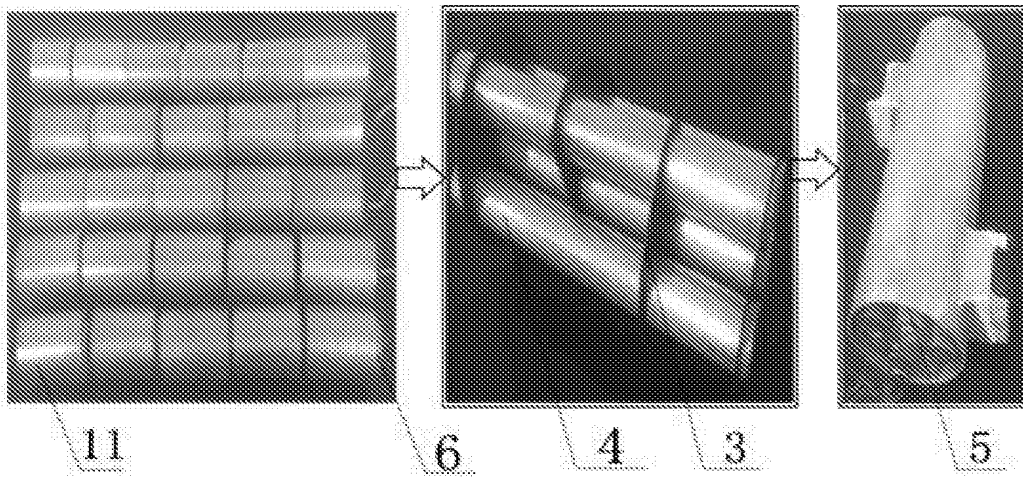


图2

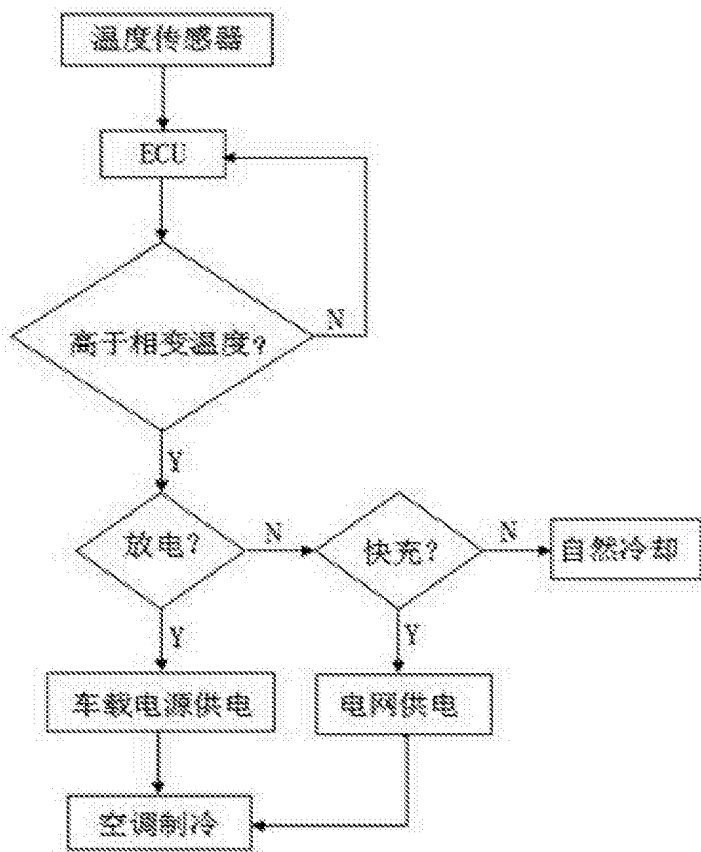


图3

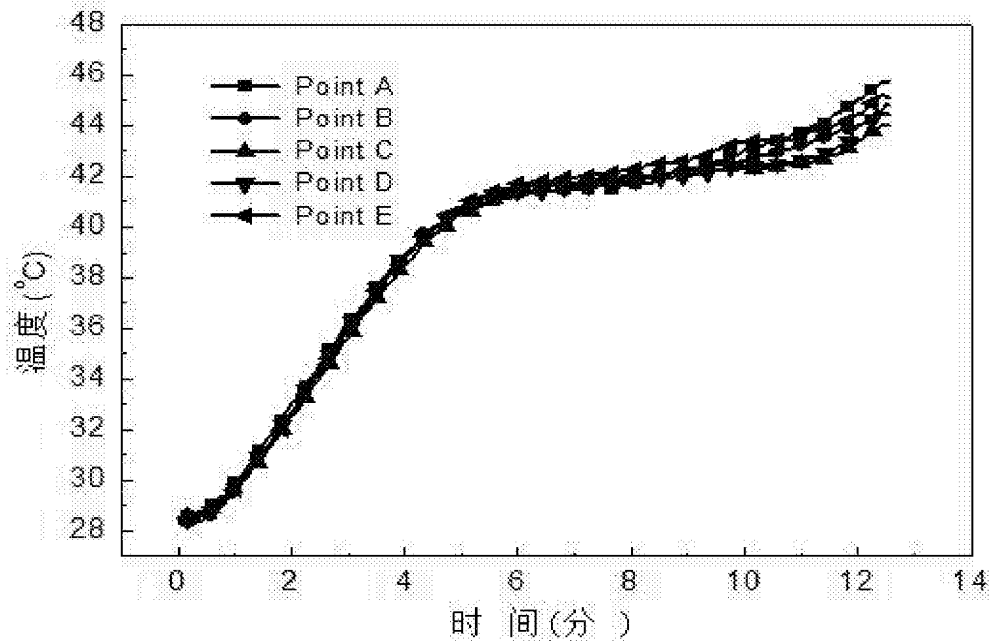


图4

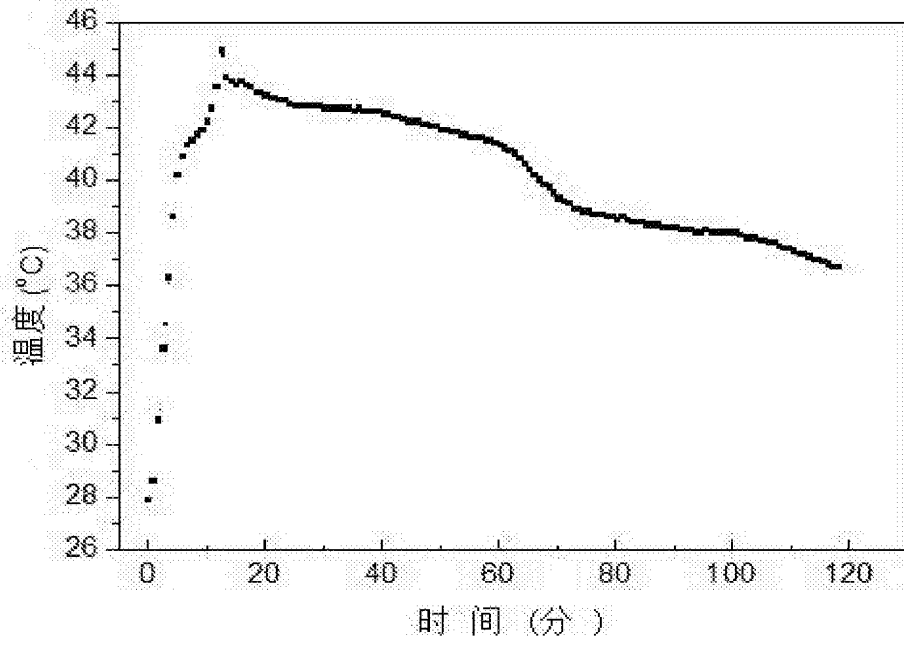


图5

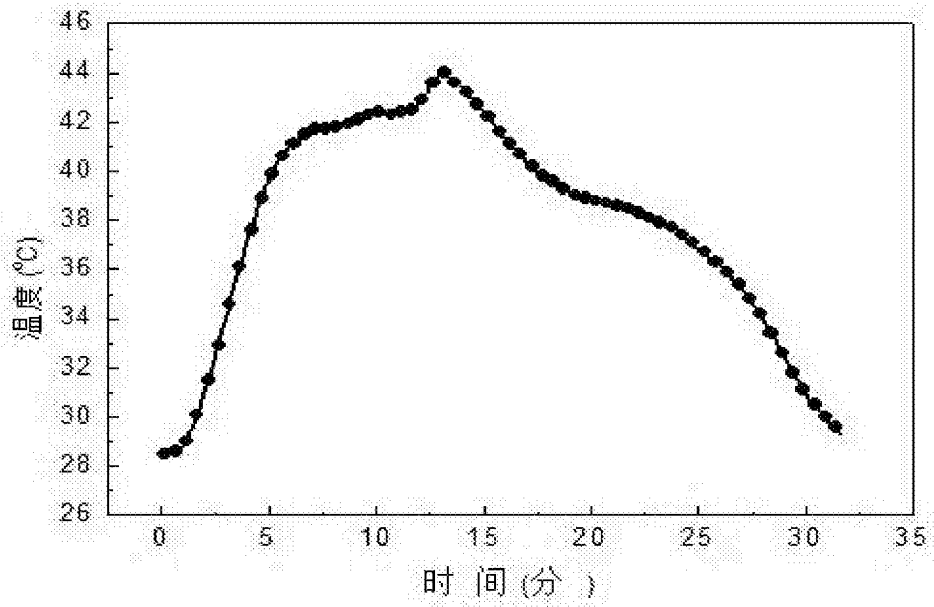


图6