



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112117511 A

(43) 申请公布日 2020.12.22

(21) 申请号 202010781360.5

H01M 10/6556 (2014.01)

(22) 申请日 2020.08.06

H01M 10/6563 (2014.01)

(66) 本国优先权数据

H01M 10/6567 (2014.01)

202010302622.5 2020.04.16 CN

H01M 10/6572 (2014.01)

H01M 2/10 (2006.01)

(71) 申请人 江苏大学

B60L 58/26 (2019.01)

地址 212013 江苏省镇江市学府路301号

B60L 58/27 (2019.01)

(72) 发明人 唐爱坤 夏灯富 单春贤 王军锋
邵霞

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 刘丰

(51) Int. Cl.

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

H01M 10/635 (2014.01)

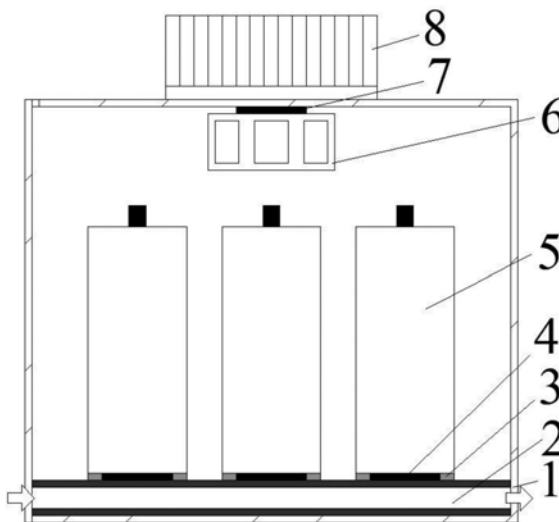
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,包括电池箱体、电池模组、液冷模块、风冷模块和温度控制模块,所述电池模组设置在电池箱体中,液冷模块设置在电池模组底部,风冷模块设置在电池模组上方,风冷模块和液冷模块均包括半导体芯片,温度控制模块根据电池模组的温度控制风冷模块和液冷模块的启停。本发明的电池热管理系统相比于单纯半导体制冷的电池热管理装置能更快对电池进行降温,不会导致电池散热不均匀,极大稳定了电池模组模块的温度,使得电池模组工作在稳定的温度环境,保障了电池模组的工作效率和电池循环寿命。



1. 一种基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:包括电池箱体、电池模组、液冷模块、风冷模块和温度控制模块,所述电池模组设置在电池箱体中,液冷模块设置在电池模组底部,风冷模块设置在电池模组上方,风冷模块和液冷模块均包括半导体芯片,温度控制模块根据电池模组的温度控制风冷模块和液冷模块的启停。

2. 根据权利要求1所述的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:所述温度控制模块包括主控制器和热电偶,热电偶贴合在电池模组上,主控制器的输入端与热电偶相连,接收热电偶的温度信息,输出端分别与液冷模块和风冷模块相连。

3. 根据权利要求1所述的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:所述液冷模块包括液冷板和第一半导体芯片,所述液冷板设置在电池箱体的底部,第一半导体芯片设置在电池模组与液冷板之间。

4. 根据权利要求1所述的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:所述风冷模块包括风扇、第二半导体芯片和散热片,所述第二半导体芯片一面与风扇贴合,一面与电池箱体的顶板贴合,散热片设置在电池箱体的顶板上方。

5. 根据权利要求1所述的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:温度控制模块包括报警装置,报警装置与主控制器相连。

6. 根据权利要求1所述的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:第一半导体芯片和第二半导体芯片均包括直流电源和PN结,PN结的P型半导体和N型半导体之间通过铜连接片连接。

7. 根据权利要求1所述的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:第一半导体芯片和第二半导体芯片的上下两面都均匀涂抹导热硅脂。

8. 根据权利要求1所述的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,其特征在于:电池箱体的底板和顶板以及液冷板的板体均进行精加工且平面度不大于0.03mm。

一种基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池的热管理技术领域,尤其涉及一种基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统。

背景技术

[0002] 新能源汽车由于在满足汽车动力需求的前提下,降低了能源消耗且零排放,迎来了发展的黄金时期。动力电池是新能源汽车的核心,锂离子电池体积小,能量密度大且使用寿命长,在电动商务车、公交车上市场前景很广阔。但是在其使用过程中会产生热量堆积,导致电池温度过高,使电池容量衰减,缩短了电池的使用寿命;此外,过高的温度会导致动力电池热失控、自燃、甚至爆炸。因此,研究动力电池的热管理技术,将电池运行温度控制在一个合理范围,已成为了新能源汽车的迫在眉睫的任务。

[0003] 目前新能源汽车的电池热管理中,主要的方式是风冷、液冷与热管/相变制冷。其中,风冷结构简单成本低,但受环境温度与电池功率影响,制冷受限;液冷系统能对电池快速散热,对环境要求较低,但系统复杂,制冷液通过制冷水箱及预置管路冷却电池,水路沿程冷量消耗大,制冷速度较慢;基于热管或相变材料的电池热管理系统能够保证充放电循环过程中电池模组维持较低的温度和各电池模块间温度的均匀性,但使用成本高,尚处于实验室研究阶段。

[0004] 近年来,人们提出了采用半导体芯片制冷对电池进行热管理新型解决方案,即利用半导体热电效应形成冷端和热端,实现对电池的冷却。

[0005] 例如,专利申请号201621336073.9公开了一种基于半导体制冷片的动力电池热管理系统,包括半导体芯片,一面与电池贴合,另一面与散热片贴合,通过散热片实现电池与外界的换热。该系统的不足之处在于,冷却效果受制于环境温度,当环境温度较高时,甚至会阻断电池的散热。

[0006] 再如,专利申请号201621492005.1公开了一种半导体热电效应的电池模组热管理装置,包括风扇、散热片及半导体芯片,风扇一面与电池模组固定连接,另一面与散热片固定连接,散热片另一面与半导体芯片固定连接,通过风扇加强散热片与电池的换热。同样,由于空气的对流换热系数小,实际上为了达到较好冷却效果需要采用功率很大的风扇,其工作噪声会影响车辆的舒适性。

[0007] 因此,更加合理的半导体制冷电池冷却技术应当被开发出来,以加速市场应用的进程。

发明内容

[0008] 为解决现有的技术问题,本发明将风冷、液冷与半导体热电效应制冷相结合,设计一种基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统。

[0009] 本发明的具体内容如下:一种基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,包括电池箱体、电池模组、液冷模块、风冷模块和温度控制模块,所述电池模组设置在电池箱

体中,液冷模块设置在电池模组底部,风冷模块设置在电池模组上方,风冷模块和液冷模块均包括半导体芯片,温度控制模块根据电池模组的温度控制风冷模块和液冷模块的启停。

[0010] 进一步的,所述温度控制模块包括主控制器和热电偶,热电偶贴合在电池模组上,主控制器的输入端与热电偶相连,接收热电偶的温度信息,输出端分别与液冷模块和风冷模块相连。

[0011] 进一步的,所述液冷模块包括液冷板和第一半导体芯片,所述液冷板设置在电池箱体的底部,第一半导体芯片设置在电池模组与液冷板之间。

[0012] 进一步的,所述风冷模块包括风扇、第二半导体芯片和散热片,所述第二半导体芯片一面与风扇贴合,一面与电池箱体的顶板贴合,散热片设置在电池箱体的顶板上方。

[0013] 进一步的,温度控制模块包括报警装置,报警装置与主控制器相连。

[0014] 进一步的,第一半导体芯片和第二半导体芯片均包括直流电源和PN结,PN结的P型半导体和N型半导体之间通过铜连接片连接。

[0015] 进一步的,第一半导体芯片和第二半导体芯片的上下两面都均匀涂抹导热硅脂。

[0016] 进一步的,电池箱体的底板和顶板以及液冷板的板体均进行精加工且平面度不大于0.03mm。

[0017] 本发明的电池热管理系统相比于单纯半导体制冷的电池热管理装置能更快对电池进行降温,不会导致电池散热不均匀,极大稳定了电池模组模块的温度,使得电池模组工作在稳定的温度环境,保障了电池模组的工作效率和电池循环寿命,且这种制冷和加热集成化的设计,实现了汽车空间的有效合理利用。因此其可以降低电池热管理系统的复杂度,降低系统成本与维护成本,提高系统运行的安全可靠,提高动力电池的能量密度,减小动力电池包的体积,提升产品的市场竞争力。

附图说明

[0018] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做进一步阐明。

[0019] 图1为本发明的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统的整体结构示意图;

[0020] 图2为本发明的半导体芯片的示意图;

[0021] 图3为空气自然冷却、液冷及该系统所述的冷却方式在一个放电周期下电池模组表面最高温度的实验测试对比图。

[0022] 其中,1.电池箱体;2.液冷板;3.导热硅脂;4.第一半导体芯片;5.电池模组;6.风扇;7.第二半导体芯片;8.散热片,9.直流电源,10.铜连接片。

具体实施方式

[0023] 在本实施例的描述中,需要理解的是,方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实施例和简化描述,在未作相反说明的情况下,这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明保护范围的限制;方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

[0024] 在本实施例的描述中,需要理解的是,使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件,

仅仅是为了便于对相应零部件进行区别,如没有另行声明,上述词语并没有特殊含义,因此不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0025] 结合图1,本实施例的基于半导体的风冷液冷耦合式电池热管理系统,包括电池箱体1、电池模组5、液冷模块、风冷模块和温度控制模块,其中,电池模组5设置在电池箱体1中,电池模组5的底部设有液冷模块,电池模组5的上方设置风冷模块,温度控制模块根据电池模组5的温度反馈分别对风冷模块和液冷模块进行控制。

[0026] 本实施例中,风冷模块包括风扇6、散热片8和第二半导体芯片7,液冷模块包括液冷板2和第一半导体芯片4,温度控制模块(图1中未示出)包括主控制器和热电偶。系统中从上而下依次设置散热片8、电池箱体1上板、第二半导体芯片7、风扇6、电池模组5、第一半导体芯片4、液冷板2和电池箱体1下板。

[0027] 热电偶贴合在电池模组5上,主控制器的输入端与热电偶连接,接收热电偶检测到的电池温度信息,主控制器的输出端分别连接风扇的开关、液冷板的水泵的开关、第一半导体芯片4和第二半导体芯片7(控制电源正负极的正接和反接),对电池温度进行负反馈,向相应模块发送启停信息。

[0028] 第一半导体芯片4和第二半导体芯片7的结构均包括直流电源9和PN结,其中PN结由一只P型半导体和一只N型半导体联结形成热电偶,P型半导体和N型半导体之间通过铜连接片10连接。其工作原理是:接通直流电源9后,在接头处便会产生温差和热量转移。在图2所示的接头处,电流方向是N→P,温度下降并吸热,称其为冷端;而在下一个的接头处,电流方向是P→N,温度会上升并放热,称其为热端。当半导体芯片的正负极反接时,电流方向改变,半导体的冷热端切换,原先的冷端变为热端放热。

[0029] 在图2中所示的半导体芯片的冷热端分布的情况下,第二半导体芯片7的冷端与风扇6连接贴合,热端与电池箱体1固定连接;第一半导体芯片4冷端与电池模组5贴合,热端与液冷板2贴合。在工作时,第一半导体芯片4将电池模组5的热量从电池底部搬运至半导体芯片的热端,再由液冷板2中的冷却液带离电池模组5,从而实现电池模组5的冷却;第二半导体芯片7的冷端产生冷量,通过电风扇6吹向电池模组,第二半导体芯片7在制冷时产生的热量由散热片8带离电池模组5,从而实现电池模组5的冷却。

[0030] 在制冷模式下,电池模组5-风扇6-第二半导体芯片7-散热片8形成换热通路,第二半导体芯片7与风扇6贴合的一面为制冷面,并通过风扇6强化对流换热使电池模组5的温度降低,第二半导体芯片7靠近散热片8的一面为散热面,其产生的热量通过散热片8排出。电池模组5-第一半导体芯片4-液冷板2形成换热通路,第一半导体芯片4与电池模组5贴合的一面为制冷面,并通过热传导降低电池模组5的温度,第一半导体芯片4与液冷板2贴合的一面为散热面,其产生的热量通过液冷板2的制冷液循环排出,液冷板2中冷却液的流动方向是从左向右,从而实现将风冷与液冷耦合共同调节电池温度。

[0031] 在制热模式下,通过改变半导体芯片的电流方向实现冷热端交换,第一半导体芯片4与电池模组5贴合的一面为热端,从电池底部对电池进行加热;第二半导体芯片7与风扇6贴合的一面为热端,风扇6将第二半导体芯片7产生的热量吹向电池模组5对电池进行加热。

[0032] 本实施例优选的,温度控制模块还包括报警装置,报警装置与主控制器相连,当热电偶检测到电池模组5温度超出或者低于正常温度范围时进行报警。

[0033] 本实施例优选的,第一半导体芯片4和第二半导体芯片7的两面都均匀涂抹导热性能好的导热硅脂3,减少接触热阻,加快热传导速率,方便更好地散热。

[0034] 本实施例优选的,与第一半导体芯片4和第二半导体芯片7两面相贴合的电池箱体1表面和液冷板2均需要进行精加工,使其平面度不大于0.03mm,可进一步减小其接触热阻,提高换热效率。

[0035] 本实施例的电池热管理系统应用在新能源汽车中,当新能源汽车启动时,水泵便立即开启,经过3分钟后,电池温度超过30℃,开启半导体芯片,继续过3分钟后,温度仍超过30℃时,启动温度调节模块的风冷模块,再经过3分钟后,当电池温度最高值超过50℃时,向用户发出警告切断继电器强制断电。当温度低于0℃时,半导体芯片正负极反接,风扇6与水泵同时启动,加热电池模组,使其能够达到正常的工作温度。

[0036] 为了验证本发明的冷却效果,我们测试对比了空气自然冷却(NC)、液冷(LC)及本实施例的热管理系统(TEC)在一个放电周期下电池模组的冷却效果。参见图3,采用空气自然冷却与液冷时,电池模组的温度都随着时间逐渐上升,在一个放电周期内,电池温度超过了35℃,其原因是在有限空间单侧冷却电池,制冷效果有限,电池温度均匀性较差;采用本实施例的热管理系统冷却电池模组时,电池模组的平均温度大约为30℃,电池模组的最高温度先下降再上升,在一个放电周期内的最高温度不超过32℃,其原因是立体冷却能使电池模组迅速降温,且电池模组的温度均匀性好,符合电池散热的需求。

[0037] 结合以上内容,本实施例的电池热管理系统具有如下优点:(1)当环境温度较高时或车载电器功率较大时,风冷模块和液冷模块可以对电池温度快速管控,实时性强;(2)风冷、液冷与半导体制冷相耦合,不需要大功率的风机与水泵,噪音小;对电池模组立体降温,使电池模组间的温度均匀性好;(3)液冷模块中的半导体芯片一面与电池箱体的液冷板紧密贴合,不需要额外设计和布置复杂的管路,结构简单,减少水路沿程冷量损失;(4)这种基于风冷液冷耦合式电池热管理系统及其控制方式不仅仅局限于作为底板冷却电池模组模块底部,也可以广泛运用到电池的侧面以及正面冷却中。

[0038] 在以上的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是以上描述仅是本发明的较佳实施例而已,本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,因此本发明不受上面公开的具体实施的限制。同时任何熟悉本领域技术人员在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

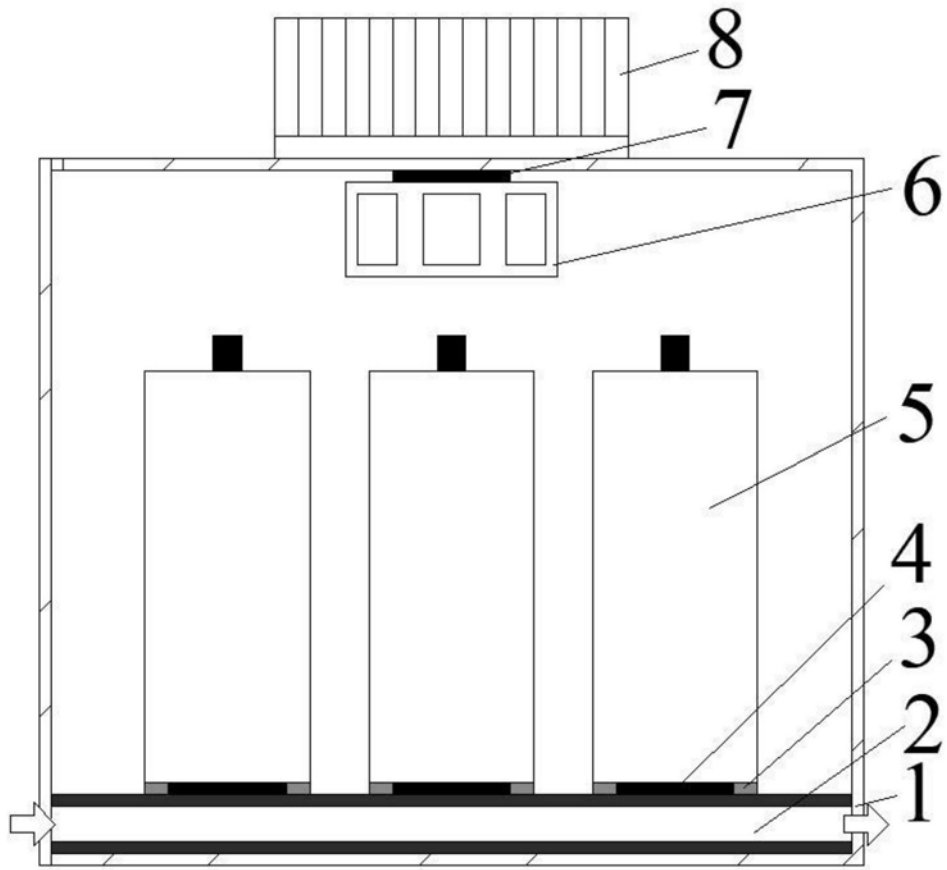


图1

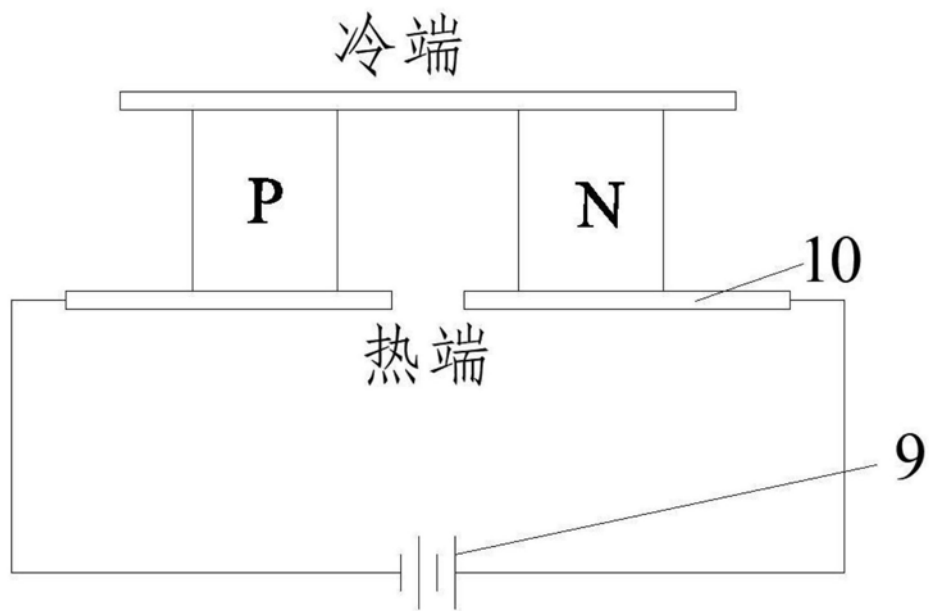


图2

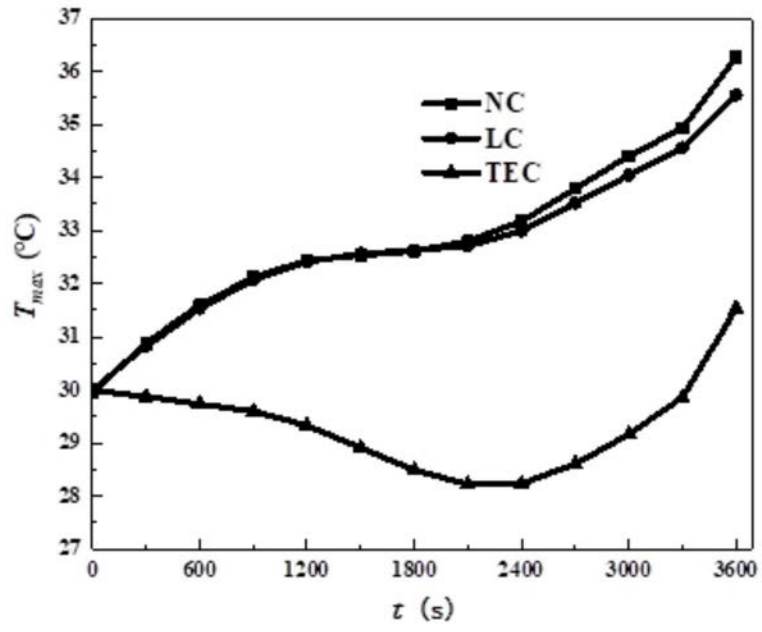


图3