



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110534843 A

(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201910849208.3

H01M 10/6555(2014.01)

(22)申请日 2019.09.09

H01M 10/6556(2014.01)

(71)申请人 长安大学

H01M 10/6557(2014.01)

地址 710064 陕西省西安市南二环路中段

H01M 10/6567(2014.01)

(72)发明人 马菁 杨瑞东 徐启良 杨国艺
邹航

H01M 10/6568(2014.01)

B60H 1/00(2006.01)

B60L 58/26(2019.01)

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 范巍

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/647(2014.01)

H01M 10/6554(2014.01)

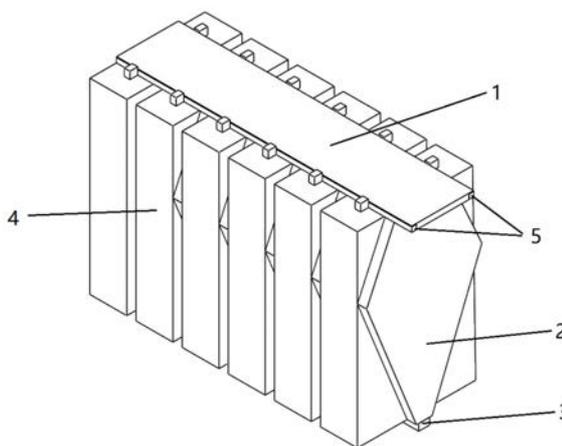
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种用于电池热管理的散热模组

(57)摘要

本发明公开了一种电池热管理的散热模组，包括顶部盖板、冷却板及出口管道。其中顶部盖板有两条流体通道，顶部盖板、出口管道分别位于冷却板的上、下端，冷却板内设有分形微通道，分形微通道的进口与流经极耳处的流体管道连接，分形微通道的出口与出口管道连接，冷却板与磷酸铁锂电池单体相间分布，每个磷酸铁锂电池单体两侧都与冷却板贴合。本发明可以精确的控制电池模组温度，保证电池模组温度控制在安全范围内，且温度分布均匀，本发明的散热模组结构紧凑，有利于实现整车降重。



1. 一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:包括顶部盖板(1)及多个间隔设置的冷却板(2);冷却板(2)与位于该冷却板(2)两侧或一侧的电池单体(4)相贴合,顶部盖板(1)与电池单体(4)的上端面相接触,冷却板(2)内设置有分形微通道(6),分形微通道(6)的进口与设置于顶部盖板(1)内的流体管道(5)相连,分形微通道(6)的出口与设置于冷却板(2)底部的出口管道(3)相连。

2. 根据权利要求1所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述电池单体(4)为多个,冷却板(2)与电池单体(4)相间分布,每个电池单体(4)两侧均贴合有冷却板(2)。

3. 根据权利要求1所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述顶部盖板(1)与设置于所述上端面上的极耳相接触。

4. 根据权利要求3所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述顶部盖板(1)包括两个平行的流体管道(5),其中一个流体管道(5)与电池单体(4)的正极极耳接触,另一个流体管道(5)与电池单体(4)的负极极耳接触。

5. 根据权利要求1所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述分形微通道(6)包括与流体管道(5)相连的向冷却板(2)下部延伸的多级通道分支,以及与出口管道(3)相连的向该冷却板(2)上部延伸的多级通道分支,所述向冷却板下部延伸的多级通道分支与向冷却板上部延伸的多级通道分支相对接。

6. 根据权利要求1或5所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述分形微通道(6)的第*i*级通道具有 2^{i-1} 个沿延伸方向平行设置的通道分支段,通道分支段的长度和/或水力直径随通道分支级数增加而减少。

7. 根据权利要求1所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述冷却板(2)包括基板以及设置在该基板上的盖板,分形微通道(6)由设置在所述基板表面上的与该分形微通道(6)形状相应的沟槽及覆盖在该沟槽上的所述盖板的对应表面区域组成。

8. 根据权利要求1所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述冷却板(2)以及顶部盖板(1)均采用导热性的材料制造。

9. 根据权利要求1所述一种用于电池热管理的散热模组,其特征在于:所述分形微通道(6)通过流体管道(5)及出口管道(3)与整车冷却系统相连。

一种用于电池热管理的散热模组

技术领域

[0001] 本发明涉及电池组水冷散热领域,具体涉及一种用于电池热管理的散热模组。

背景技术

[0002] 电池作为电动汽车的关键部件,对电动汽车的性能起着至关重要的作用,电池技术已然成为决定电动汽车发展的关键因素。磷酸铁锂电池尽管有很多优势,但在放电以及充电时,磷酸铁锂电池会产生许多热量,来源主要包括电池材料之间的化学反应,负极、正极和电解液发生的化学反应等,这些热量会导致电池温度升高。电动汽车提速时,车载动力电池组在大电流下工作,而以大倍率放电时,电池的发热量会显著增大,如果这些热量没有有效的导出电池组,会使电池组内的热量累积,这样会影响电池的工作性能以及使用寿命,甚至会带来一些安全隐患。特别是温度升高造成正负极热分解,并与电解液反应会产生一定体积的气体,导致起火甚至爆炸。

[0003] 锂离子电池因为过热而引起燃烧、爆炸的事故屡见不鲜,为了避免由于电池过热而引发安全问题,就需要采取一定的散热措施把电池在工作时产生的热量及时散掉,使电池组的温度控制在一个合理的范围内,且电池组内电池单体的温度差应该小于5℃。

[0004] 目前电动汽车可采用液冷技术对电池组进行散热,尽管液冷冷却形式越来越多,但随着微电子行业的发展,普通管道形式的液冷技术(例如,中国专利CN208690448U)已经很难满足电池组温度精确控制的要求,且冷却管道本身过于简单、粗放的结构设计也客观上制约了电池组的重量和体积的进一步降低。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种用于电池热管理的散热模组,一方面实现电池组的精确温度控制,另一方面使电池组的结构更加紧凑,实现整车降重。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0007] 一种用于电池热管理的散热模组,包括顶部盖板及多个间隔设置的冷却板;冷却板与位于其两侧或一侧的电池单体(例如,磷酸铁锂电池)相贴合,顶部盖板与电池单体的上端面相接触,冷却板内设置有分形微通道,分形微通道的进口与设置于顶部盖板内的流体管道相连,分形微通道的出口与设置于冷却板底部的出口管道相连。

[0008] 优选的,所述电池单体为多个并与散热模组一起构成电池组,冷却板与电池单体相间分布,每个电池单体两侧都与对应冷却板相贴合。

[0009] 优选的,所述顶部盖板还与所述上端面上的正、负极极耳相接触。

[0010] 优选的,所述顶部盖板包括两个平行的流体管道,其中一个流体管道与各电池单体的正极极耳接触,另一个流体管道与各电池单体的负极极耳接触,从而使电池热管理所需流体可以流经各极耳处。

[0011] 优选的,所述分形微通道包括与对应流体管道分别相连的向冷却板下部延伸的多级通道分支,以及与出口管道相连的向冷却板上部延伸的多级通道分支,所述向冷却板下

部延伸的多级通道分支与向冷却板上部延伸的多级通道分支于各自延伸末端处相对接。

[0012] 优选的,所述冷却板上由各流体管道分别向下部延伸的通道分支级数(例如,四级)及由出口管道向上部延伸的通道分支级数(例如,五级),是根据对应电池单体的热源分布确定的;所述分形微通道的第*i*级通道具有 2^{i-1} 个沿对应延伸方向平行设置的通道分支段,通道分支段的长度和/或水力直径随通道分支级数增加而减少,从而与热源分布相适应。

[0013] 优选的,所述冷却板包括一层单面刻蚀基板以及设置在该基板上的一层盖板,所述分形微通道由所述基板表面上经刻蚀形成的与分形微通道形状相应的沟槽及覆盖在该沟槽上的所述盖板的对应表面区域组成。

[0014] 优选的,所述冷却板以及顶部盖板均采用高导热性的材料制造。

[0015] 优选的,所述分形微通道通过流体管道及出口管道与整车冷却系统相连并形成回路,电池热管理所需流体通过连接整车冷却系统进行循环流动(整车冷却系统由水泵驱动流体,可通过流量控制阀精确控制分形微通道内流体的流动)。

[0016] 本发明的有益效果体现在:

[0017] 本发明提供的用于电池热管理的散热模组,将电池主要发热部分(例如,电池单体正负极极耳、电池单体内部)的热量通过热传导、对流传递出去,其中,传递至冷却板的热量通过分形微通道内流体的流动进行热量传递,冷却板内的分形微通道增大了对流换热面积,不仅可以提高冷却板的散热效率,实现对电池组的精确温度控制,使得各电池单体间的温度更均匀,保证电池组温度控制在安全范围内,而且降低了电池组整体重量以及占用空间。

[0018] 进一步的,本发明中分形微通道可与整车冷却系统进行连接,保证了电池组冷却所需流体的持续供给,流量可以精确控制,且流体可以通过电池组外的整车散热器持续与外界换热,保证了电池组的持续散热效果。

附图说明

[0019] 图1为电池组中电池热管理系统的结构示意图;

[0020] 图2为冷却板的内部结构示意图(显示分形微通道的网络设计);

[0021] 图3为冷却板爆炸分解图;

[0022] 图4为冷却板装配形式示意图;

[0023] 图中:1-顶部盖板,2-冷却板,3-出口管道,4-电池单体,5-流体管道,6-分形微通道。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细描述。所述实施例仅用于解释本发明,而非对本发明保护范围的限制。

[0025] 参见图1,本发明针对包括多块磷酸铁锂电池单体4的电池组提出了一种用于电池热管理的散热模组,所述的散热模组包括设置于电池组中各磷酸铁锂电池单体4顶部的顶部盖板1、设置于磷酸铁锂电池单体4左右两侧的冷却板2,以及设置于电池组中各磷酸铁锂电池单体4底部的出口管道3,冷却板2与磷酸铁锂电池单体4相间分布,每个磷酸铁锂电池

单体4两侧都与对应侧的冷却板2贴合,顶部盖板1、出口管道3分别位于各冷却板2的上、下端;顶部盖板1固定于各磷酸铁锂电池单体4的正、负极极耳的内侧,并与每个磷酸铁锂电池单体4的上端面接触,顶部盖板1具有两条位于其两侧边缘的相互平行的流体管道5,两条流体管道5分别与对应侧极耳(正极或负极)接触,使得电池热管理所需流体(例如,冷却介质)可以通过流体管道5流经正、负极极耳,从而通过热传导、对流换热由流体带走极耳处的热量,每个磷酸铁锂电池单体4也可以通过热传导由上端面将热量传导至顶部盖板1,并通过流体管道5内的流体带走。所述冷却板2内设有分形微通道6,分形微通道6的进口与上述流经极耳处的流体管道5连通,分形微通道6的出口与出口管道3连通。

[0026] 参见图2,所述分形微通道6中,根据冷却板2所贴合的磷酸铁锂电池单体4侧面的热源分布(电池单体上具有温度明显高于其他区域,需要给予更多散热措施的热量集中分布区域),冷却板2上半部分自分形微通道6进口(对应为第二级通道或两个第一级通道)向下继续通过逐级分支(自每级单个通道分支并继续向下延伸形成的下一级通道的数目为2个,即每级分支数 $n=2$)形成与电池单体热源分布相应的三级通道,冷却板2下半部分自分形微通道6出口(对应为第一级通道)向上继续通过逐级分支(自每级单个通道分支并继续向上延伸形成的下一级通道的数目为2个,即每级分支数 $n=2$)形成与电池单体热源分布相应的四级通道,根据每级分支数,每级通道具有 2^{i-1} 个平行的通道分支段(即在热源集中分布区域,与进、出口所在区域相比,通道布置逐渐加密), i 表示通道所在级。

[0027] 图2所示冷却板上的分形微通道6的结构中,自上而下分别为第二级通道、第三级通道、第四级通道、第五级通道、第四级通道、第三级通道、第二级通道及第一级通道,各通道(包括不同级通道分支段)横截面为矩形。根据分形微通道网络设计理论, n 代表单个通道的分支数,上一级通道分支段的水力直径 D_k 与下一级通道分支段的水力直径 D_{k+1} 满足以下数学关系式:

$$[0028] \quad \frac{D_{k+1}}{D_k} = n^{\frac{1}{3}}$$

[0029] 上一级通道分支段的长度 L_k 与下一级通道分支段的长度 L_{k+1} 满足以下数学关系式:

$$[0030] \quad \frac{L_{k+1}}{L_k} = n^{\frac{1}{2}}$$

[0031] D_0 、 L_0 (实际对应进口、出口所在通道分支段)根据电池单体的长度、形状要求进行调整,同时 D_1 、 D_2 、 \dots 、 D_{k+1} 及 L_1 、 L_2 、 \dots 、 L_{k+1} 根据以上关系式定义的比例参数进行相应设置,保证冷却板内分形微通道在延伸方向的总长度与电池单体长度相契合。

[0032] 本实施例中,根据分形微通道网络设计中的Murray定理,当微通道每级分支数为2时(即 $n=2$)可以达到较好的冷却介质流动特性,因此在本发明中以 $n=2$ 为例。

[0033] 参见图3,冷却板2由一单侧表面经过刻蚀的金属(或硅)基板以及一金属(或硅)盖板组成。制作冷却板2时,首先通过刻蚀机,在一金属(或硅)板上刻蚀出与图2所示的分形微通道结构相应的沟槽,再通过焊接、压制等方式将表面刻蚀后的金属(或硅)板与一完整(未经过刻蚀)的金属(或硅)板成形为冷却板2。

[0034] 上述顶部盖板1采用同样的金属或其他高导热性的材料。制作顶部盖板1时,首先在金属板的两侧边缘加工出两个相互平行的L字型槽,然后将采用同样材料制作的流体通道5(末端封闭)固定在槽内,即得到顶部盖板1。将顶部盖板1扣入正、负极极耳之间,使两条流体通道5与对应侧极耳通过键合(例如,焊接、铆接、粘接等)固定。

[0035] 参见图4,冷却板2的外形可根据分形微通道6各级通道分支数量进行调整,故通过裁剪基板及盖板适当减少通道布置区域外侧与电池单体接触的区域面积(例如,在分形微通道进出口处,由于仅具有1-2个通道分支,故裁剪量最大),为了使最终剪裁的基板和盖板形状更为规则,可以采用对矩形板材的四角进行剪裁的方式。通过对矩形板材四角的剪裁,减少冷却板材料的消耗,进一步降低电池组重量,更好的实现整车降重,而且提高冷却板自身散热效率。

[0036] 在将所述散热模组用于电动汽车电池热管理时,电池热管理所需流体(冷却介质)可通过流体管道5及出口管道3连接入整车冷却系统并进行循环流动,使得散热模组与整车冷却系统形成回路。分形微通道可以应对苛刻的工况条件(含有重金属的冷却介质或者无氧条件),通过精确流量控制阀可以实现更加精准的温度控制和流量控制。

[0037] 散热效果算例

[0038] 设置电池单体为均匀发热体、电池单体仅通过冷却板对外界进行热量交换、电池单体放电倍率为3C、冷却介质为液态水、冷却介质温度为300K时,采用U型冷却板(对照)时,流体速度设置为进口0.5m/s,此时电池组最高温度为303.2K。

[0039] 当使用具有分形微通道的冷却板后,电池单体为均匀发热体、电池单体仅通过冷却板对外界进行热量交换、电池单体放电倍率3C、冷却介质为液态水、冷却介质温度为300K、流体速度设置为进口0.5m/s,此时电池组最高温度为302.7K,即与以上对照相比,最高温度下降0.5℃,且电池单体中部以及电池组中间部分的电池单体(因远离电池组端面,因此更需要良好的散热)通过所述冷却板散热后,同样温度下降明显,而且流体管道流经极耳处,可以降低正负极极耳的温度,使得电池单体以及电池组整体温差进一步缩小。

[0040] 另外,本发明在散热模组的冷却板中引用的分形微通道,相对常规管道而言表面积与体积之比显著增大,因此在分形微通道内流体(冷却介质)具有更高的混合效率、更强的换热能力、更短的停留时间(湍流极少,接近平推流)。分形微通道内的冷却介质流动方式为连续流动,流量相对常规管道更小,散热模组内停留的冷却介质量也相对较少,即便电池组发生失控或者事故,也不易引起电池组短路等故障。

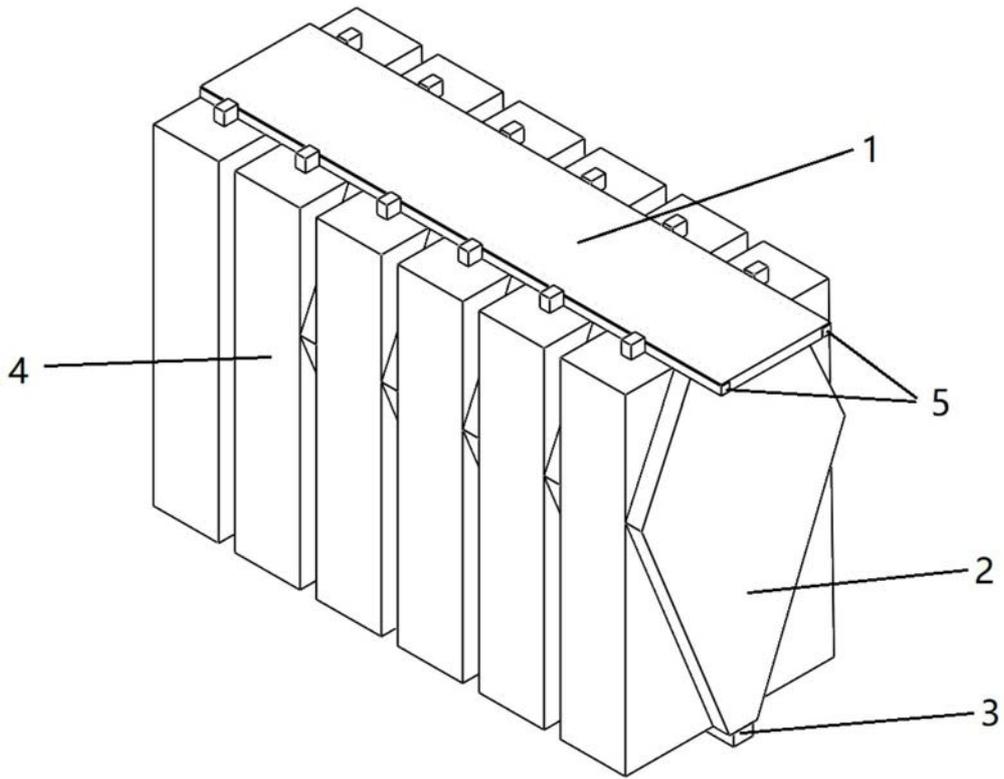


图1

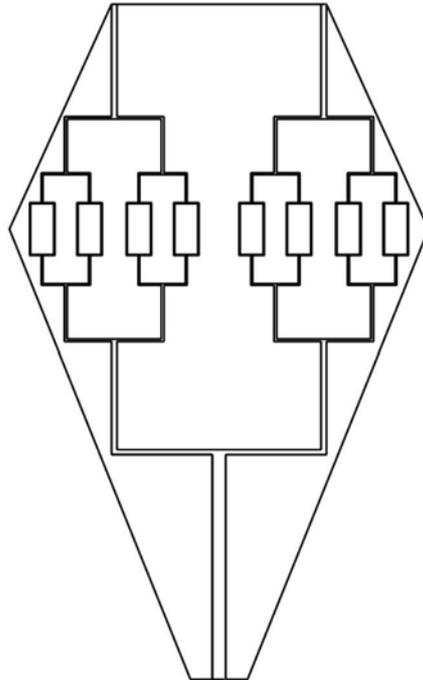


图2

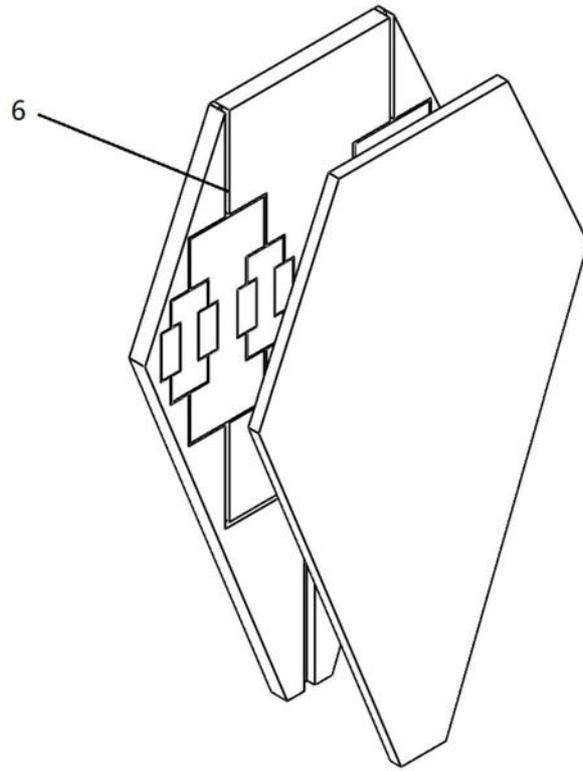


图3

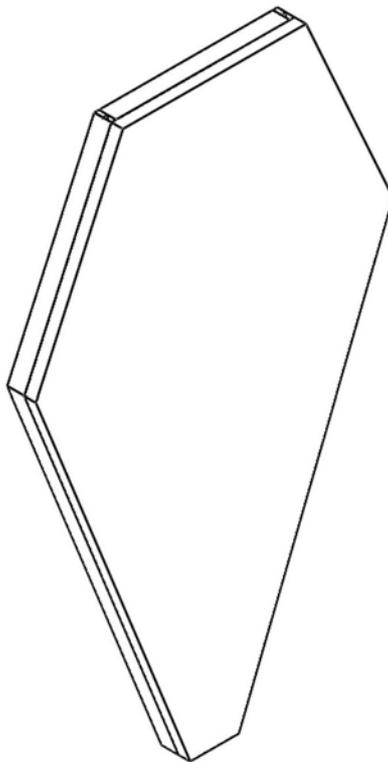


图4