



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104538698 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201410679664. 5

H01M 10/6569(2014. 01)

(22) 申请日 2014. 11. 24

(71) 申请人 清华大学深圳研究生院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学
城清华大学深圳研究生院

(72) 发明人 唐国翌 蔡诚 李树华 宋国林
杨艳阳 张硕

(74) 专利代理机构 深圳市汇力通专利商标代理
有限公司 44257

代理人 茅秀彬 王锁林

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014. 01)

H01M 10/625(2014. 01)

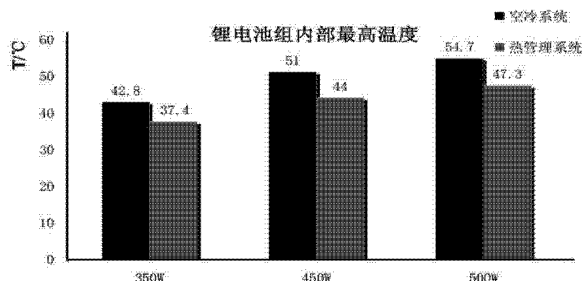
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种动力锂电池组的温度调节系统及动力锂电池组

(57) 摘要

本发明涉及一种动力锂电池组的温度调节系统及动力锂电池组,该系统包括:内置若干锂电池单元的电池箱体,在所有锂电池单元的表面涂布导热涂层;填充在电池箱体内、所述锂电池单元之间的相变储能微胶囊;以及,插置于所述锂电池单元之间的若干热管,每一个热管的周壁均与相变储能微胶囊接触,每一个热管的两端分别与电池箱体的上盖、底板紧密接触。其将储热密度高、化学稳定性好的相变储能材料与热管技术整合,不仅能充分发挥相变材料的吸热性能,而且能弥补相变材料导热系数不高、储能速率偏低的缺陷,在动力锂电池组大功率、大电流放电下也能快速响应,控制锂电池组安全工作在最佳温度范围内。



1. 一种动力锂电池组的温度调节系统,包括内置若干锂电池单元的电池箱体,其特征是进一步包括:

填充在电池箱体内、所述锂电池单元之间的相变储能微胶囊;以及,插置于所述锂电池单元之间的若干热管,每一个热管的周壁均与相变储能微胶囊接触,每一个热管的两端分别与电池箱体的上盖、底板紧密接触。

2. 根据权利要求1所述的温度调节系统,其特征是,所述锂电池单元的表面涂布有导热涂层,每一个锂电池单元通过其表面的导热涂层与所述相变储能微胶囊接触。

3. 根据权利要求2所述的温度调节系统,其特征是,所述导热涂层的厚度为0.2-1mm。

4. 根据权利要求2或3所述的温度调节系统,其特征是,所述导热涂层是绝缘导热硅脂层。

5. 根据权利要求1或2所述的温度调节系统,其特征是,所述热管的外径为6-10mm。

6. 根据权利要求1或2所述的温度调节系统,其特征是,所述热管是工作温度为25-200℃的常温圆形截面热管。

7. 根据权利要求1或2所述的温度调节系统,其特征是,所述相变储能微胶囊尺度为1-50 μm,其中相变芯材部分的相变温度为20-50℃,胶囊壳为绝缘高分子聚合物壳。

8. 根据权利要求7所述的温度调节系统,其特征是,所述相变芯材部分为正十六烷、正十八烷、正二十烷、相变石蜡中的一种或几种。

9. 具有温度调节系统的动力锂电池组,包括电池箱体,设置于该箱体內的若干锂电池单元,其特征是在电池箱体内还设置有温度调节系统;该温度调节系统包含:填充在电池箱体内、所述锂电池单元之间的相变储能微胶囊;以及,插置于所述锂电池单元之间的若干热管,每一个热管的周壁均与相变储能微胶囊接触,每一个热管的两端分别与锂电池组箱体的上盖、底板紧密接触。

10. 根据权利要求9所述的动力锂电池组,其特征是所述温度调节系统进一步包括涂布于所述锂电池单元表面的导热涂层,每一个锂电池单元通过其表面的导热涂层与所述相变储能微胶囊接触。

一种动力锂电池组的温度调节系统及动力锂电池组

技术领域

[0001] 本发明涉及动力锂电池组的温度控制技术,具体是一种动力锂电池组的温度调节系统及具有温度调节系统的动力锂电池组,其在由锂电池单元串并联组成的锂电池模块内部充填相变储能微胶囊及热管组成了被动散热调温系统。

背景技术

[0002] 动力锂电池组能量密度高、环境污染少、组装简便、成本低廉,被称作是电动车的未来“心脏”。然而,锂离子电池组在实际工作中,充放电过程存在化学反应热、焦耳热,特别是大功率大电流放电时,单体电池温度过高,会导致电池模块内温度严重不均衡,使得电池模块因热失控而过早失效,甚至产生自燃和爆炸等严重后果。高性能锂离子动力电池组只有配备有效的热管控系统,使之确保适当的电池工作温度,降低各个电池模块之间的温度差异,才能保证电源系统长期安全稳定的工作状态。

[0003] 传统的热管控系统主要采用强制通风、水冷和自然对流散热三种,均存在一定应用缺陷:强制通风和水冷属于主动散热,此类系统由于需要风机、泵、管线以及其它附件而使结构庞大复杂,此外,风冷会影响锂电池模块封装的密封性,水冷成本过高且需要对应绝缘处理,它们也消耗了电池能量,降低了电池的实际功率密度和能量密度,不适用于电动自行车及其他小型锂电池动力装置。自然对流散热属于被动散热,是通过优化电池组结构进行最大效率的空冷,在空气对流状况不佳的情况散热效果非常有限。

[0004] 新型的锂电池组热管控系统采用相变储能材料(PCM)。相变储能材料(PCM)具有相变潜热高(即储热能力强),循环寿命长、绿色环保、价格低廉等优势,在电池热管控系统中能够缩小整个电池组体积,减少运动部件,主动对电池组中的热量进行智能调控,并且不需要耗费电池额外能量,因此是一类具有广阔应用前景的热管控材料。但是,由于相变储能材料导热系数不高,储热速率偏低,在解决如炎热的夏季($>35^{\circ}\text{C}$)、电池快速大电流放电或高功率工作(加速、爬坡等)的情况时,单一的相变储能材料热管控系统仍存在散热不足、控温滞后的问题。

[0005] 目前,国内市场十分缺乏利用相变材料的动力锂电池热管控系统,利用内置小型热管复合技术来进一步提升热管控系统性能的方法更是鲜有耳闻,本发明将相变微胶囊材料、小型热管及锂电池组创新性结合,实现了动力锂电池组的温度自动调节。

发明内容

[0006] 本发明旨在提供一种动力锂电池组的温度调节系统及具有温度调节系统的动力锂电池组,其在锂电池内设置相变储能微胶囊和热管构成温度调节系统,相变微胶囊填充在锂电池组模块内部,小型热管穿插在相变微胶囊之中,相变材料发挥吸热作用,热管进行快速传热,从而以被动散热方式控制锂电池组处于最佳工作温度范围,特别是大功率及大电流放电下,可以有效降低锂电池组电池单元的最高温度。

[0007] 本发明动力锂电池组的温度调节系统,包括:内置若干锂电池单元的电池箱体;

填充在电池箱体内、所述锂电池单元之间的相变储能微胶囊；以及，插置于所述锂电池单元之间的若干热管，每一个热管的周壁均与相变储能微胶囊接触，每一个热管的两端分别与电池箱体的上盖、底板紧密接触。

[0008] 所述动力锂电池组的温度调节系统进一步在所有锂电池单元的表面涂布导热涂层，每一个锂电池单元通过它表面的导热涂层与所述相变储能微胶囊接触。在电池单元表面涂布加速传热的导热涂层能够减少热阻，使得电池散发的热量及时传递给相变储能微胶囊。

[0009] 所述动力锂电池组的温度调节系统的工作原理是：当锂电池单元充放电时温度升高，热量通过锂电池单元表面的导热涂层及热管传递给相变储能微胶囊，当内部温度达到相变储能微胶囊内相变材料的相变点时，相变材料发生固液相变，吸收大量热量；当环境温度低于相变储能微胶囊内相变材料的相变点时，相变材料放出相变潜热，调控内部温度，借助相变材料相变时温度不变的特性，使锂电池组内部温度趋于一致。当锂电池组工作在大功率及大电流下温度持续升高，多余热量还可通过热管传递到电池箱体外壳，借助空气对流释放到外部环境。

[0010] 所述动力锂电池组的温度调节系统具体装配方案如下：将涂布了导热涂层的锂电池单元按串并联组成锂电池组，打开装配锂电池组的电池箱体上盖，将锂电池组装入电池箱体内部，固定位置，往电池箱体内部的空隙位置填充相变储能微胶囊，待相变储能微胶囊填充完成，插入热管，使热管一端与电池箱体的底板接触，盖上电池箱体的上盖，使电池箱体上盖与热管另一端接触，拧紧螺钉固定电池箱体的上盖，使每一个热管的两端分别与电池箱体的上盖、底板紧密接触。

[0011] 在所述的热管理系统中，所述的电池箱体采用铝合金材料，上盖可拆卸，螺钉固定，电池箱体尺寸根据电池单元尺寸可调。电池箱体壁材厚度小于 5mm，高度大于锂电池单元高度 2-4cm，电池箱体宽度及长度根据锂电池组串并联的数目可以调整，具体为宽度大于锂电池组宽度 2-8cm，长度大于锂电池组长度 2-8cm。

[0012] 均匀涂布于锂电池单元外壳表面的导热涂层厚度为 0.2-1mm。导热涂层为加速传热的热界面材料，具体为一种绝缘导热硅脂，导热硅脂导热系数大于 0.9W/m·k，工作温度为 -60 ~ 300℃，电压击穿强度大于 8KV/mm。

[0013] 所述的相变储能微胶囊尺度范围为 1-50 μm。其中相变芯材部分采用相变温度范围为 20-50℃的相变材料，具体为正十六烷、正十八烷、正二十烷、相变石蜡中的一种或几种。胶囊壳材采用一种无腐蚀性的绝缘高分子材料，具体为密胺树脂、脲醛树脂、酚醛树脂、聚脲树脂、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、明胶、阿拉伯胶、硅玻璃等。

[0014] 所述的热管为常温圆形截面热管，热管工作温度在 25-200℃。热管壳材为铜、铝、碳钢中的一种或几种，工作液为甲醇、水、丙酮中的一种或几种。热管外径为 6-10mm，属小型热管，最大热阻系数小于 0.08℃/W，热管长度与电池箱体高度一致，保证热管两端与电池箱体的上盖、底板紧密接触。装配中，插入热管的方式可选择密排插入、错位插入，插入热管的数量与插入方式、锂电池组串并联数目相关。

[0015] 本发明还提供一种具有上述温度调节系统的动力锂电池组。该动力锂电池组包括：电池箱体，设置于该箱体内部的若干锂电池单元，在电池箱体内还设置有温度调节系统；该温度调节系统包含：填充在电池箱体内、所述锂电池单元之间的相变储能微胶囊；以及，

插置于所述锂电池单元之间的若干热管,每一个热管的周壁均与相变储能微胶囊接触,每一个热管的两端分别与锂电池组箱体的上盖、底板紧密接触。

[0016] 所述动力锂电池组进一步包括涂布于所有锂电池单元表面的导热涂层,每一个锂电池单元通过其表面的导热涂层与所述相变储能微胶囊接触。

[0017] 本发明将储热密度高、化学稳定性好且成本较低的相变储能材料与热管技术整合,不仅能充分发挥相变材料的吸热性能,而且能弥补相变材料导热系数不高、储能速率偏低的缺陷,在动力锂电池组大功率、大电流放电下也能快速响应,控制锂电池组安全工作在最佳温度范围内。

[0018] 现有的相变材料热管理系统,为解决相变材料从固态到液态的定形问题,多采用隔板、槽道、单独空间设计,或将相变材料填充在骨架支持材料中,这样结构复杂,成本高,不利于系统装配。本发明采用的相变储能材料使用微胶囊封装,尺寸为1-50 μm ,内含相变材料50%以上,这个尺度可防止相变材料泄露,也增加其导热能力。相变材料的固-液相变过程均在囊壳内发生,液化吸热时不会产生液体四溢的问题,并且本发明采用的微胶囊绝缘、无腐蚀性,可以直接填充。相变微胶囊工作过程中始终保持定形,在锂电池箱体内不会发生坍塌、塌陷,形状稳定。

[0019] 现有的相变材料热管理系统,由于相变材料与锂电池单元无法充分接触,工作效率低,吸热和控温存在滞后现象。本发明相变微胶囊尺寸在微米级,具体尺寸为1-50 μm ,相变微胶囊在电池箱体中以粉末状填充,比表面积大,能充分吸收热量,储热效率高;同时采用电池单元表面涂覆加速传热的热界面材料来减少热阻,使得电池散发的热量及时传递给相变微胶囊。

[0020] 现有的相变材料热管理系统,对于大功率、大电流下(超额定功率、超正常倍率放电情况)的锂电池组放电情况考虑不多,或只是进行了短时间的放电测试。本发明将小型热管与相变微胶囊复合,热管增加了热传导能力,增强散热,有利于减少局部温度过高。引入的热管热阻系数低于0.08 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$,不仅提高了热管理系统整体的传热速率,而且在大功率、大电流下也能及时将大量热量传到电池箱体外壳,真正以被动散热方式使热管理系统快速响应,有效控温。

[0021] 本发明装配简单、原料易得、成本可控,既可用于小型电动自行车用动力锂电池组,也可作为辅助热管理系统应用于电动汽车、工作站等大型动力锂电池组。

附图说明

[0022] 图1为实施例一动力锂电池组的温度调节系统俯视示意图,其中上盖去除,热管密排插入;

图2为实施例二动力锂电池组的温度调节系统俯视示意图,其中上盖去除,热管错位插入;

图3为48V动力锂电池组不同电流下放电的最高温升图;

图4为48V动力锂电池组不同功率下放电的最高温升图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0024] 实施例一

如图 1, 实施例一动力锂电池组的温度调节系统利用内置相变微胶囊与热管复合实现动力锂电池组智能调温。该系统包括: 电池箱体 5; 设置于电池箱体 5 内的若干锂电池单元 1, 在锂电池单元 1 的表面涂布导热涂层 2; 填充在电池箱体 5 内、所述锂电池单元 1 之间的相变储能微胶囊 4, 每一个锂电池单元 1 通过它表面的导热涂层 2 与所述相变储能微胶囊 4 接触; 以及, 插置于所述锂电池单元 1 之间的若干热管 3, 每一个热管 3 的周壁均与相变储能微胶囊 4 接触, 每一个热管 3 的两端分别与电池箱体 5 的上盖、底板紧密接触。

[0025] 实施例一系统应用于额定电压 48V 容量 11Ah 的动力锂电池组上, 其中锂电池单元 1 采用一种 3.7V 的 18650 锂电池单元; 导热涂层 2 采用高导热硅脂, 导热系数为 $0.95\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$; 热管 3 采用一种铜-甲醇热管, 相变储能微胶囊 4 的胶囊芯材为相变温度 27°C 的正十八烷, 胶囊壳材为一种聚丙烯酸酯, 电池箱体 5 的材质为铝合金。

[0026] 实施例一系统装配方案如下: 将 65 节锂电池单元 1 表面涂布导热系数为 $0.95\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ 的导热硅脂 2, 按 5 并联 13 串联组成额定电压为 48V 容量为 22Ah 的锂电池组, 放入电池箱体 5 内, 固定位置, 往电池箱体 5 内部的空隙位置填充相变储能微胶囊 4, 待相变储能微胶囊 4 充满电池箱体, 密排插入 48 根铜-甲醇热管 3, 使热管一端与电池箱体的底板接触, 盖上电池箱体的上盖, 使电池箱体上盖与热管另一端接触, 拧紧螺钉, 固定电池箱体的上盖, 使每一个热管 3 的两端分别与电池箱体 5 的上盖、底板紧密接触。

[0027] 实施例一温度调节系统应用于 48V 动力锂电池组不同电流下放电的最高温升(黑色部分)与采用传统空冷系统的 48V 动力锂电池组不同电流下放电的最高温升(灰色部分)对比如图 3, 当电流分别为 11A、16.5 A、22 A 时, 采用本温度调节系统动力锂电池组的最高温升比采用空冷系统动力锂电池组最高温升分别降低 9.5%、9.3%、15%。实施例一温度调节系统应用于 48V 动力锂电池组不同功率下放电的最高温升(黑色部分)与采用传统空冷系统的 48V 动力锂电池组不同功率下放电的最高温升(灰色部分)对比如图 4, 当功率分别为 350W、450 W、500W 时, 采用本温度调节系统动力锂电池组的最高温升比采用空冷系统动力锂电池组最高温升分别降低 12.7%、13.7%、13.5%。可见, 采用本温度调节系统的动力锂电池内部最高温度降低明显, 本温度调节系统能够保证动力锂电池在大功率、大电流放电情况下安全使用。

[0028] 实施例二

图 2 为实施例二动力锂电池组的温度调节系统俯视示意图。其中, 5 为电池箱体, 1 为锂电池单元, 2 为涂布在锂电池单元 1 表面的导热涂层, 3 为穿插在相变储能微胶囊 4 中并与电池箱体 5 的上盖、底板紧密接触的热管, 4 为填充在电池箱体 5 内、锂电池单元 1 之间的相变储能微胶囊。

[0029] 实施例二系统应用于额定电压 48V 容量 11Ah 的动力锂电池组上, 其中锂电池单元 1 采用一种 3.7V 的 18650 锂电池单元, 导热涂层 2 采用一种高导热硅脂, 导热系数为 $0.95\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$, 热管 3 采用一种铜-甲醇热管, 相变储能微胶囊 4 的胶囊芯材为相变温度 27°C 的正十八烷, 胶囊壳材为一种聚丙烯酸酯, 电池箱体 5 的材质为铝合金。

[0030] 实施例二系统装配方案如下: 将 65 节锂电池单元 1 表面涂布导热系数为 $0.95\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ 的导热硅脂 2, 按 5 并联 13 串联组成额定电压为 48V 容量为 22Ah 的锂电池组, 放入电池箱体 5 内, 固定位置, 往电池箱体 5 内部的空隙位置填充相变储能微胶囊 4, 待相变储能微

胶囊 4 充满箱体,错位插入 24 根铜-甲醇热管 3,使热管一端与箱体的底板接触,盖上电池箱体的上盖,使电池箱体的上盖与热管另一端接触,拧紧螺钉,固定电池箱体上盖,使每一个热管 3 的两端分别与电池箱体 5 的上盖、底板紧密接触。

[0031] 实施例三

参照图 1,实施例三动力锂电池组的温度调节系统结构基本布局同实施例一。其中,5 为电池箱体,1 为锂电池单元,2 为涂布在锂电池单元 1 表面的导热涂层,3 为穿插在相变储能微胶囊中并与电池箱体 5 的上盖、底板接触的热管,4 为填充在电池箱体 5 内、锂电池单元 1 之间的相变储能微胶囊。

[0032] 实施例三系统应用于额定电压 32V 容量 11Ah 的动力锂电池组上,其中锂电池单元 1 采用一种 3.7V 的 18650 锂电池单元;导热涂层 2 采用一种高导热硅脂,导热系数为 $1.2\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ 。热管 3 采用一种碳钢-水热管,相变储能微胶囊 4 的胶囊芯材为相变温度 20°C 的正十六烷,胶囊壳材为一种聚丙烯酸酯,电池箱体 5 的材质为铝合金。

[0033] 实施例三系统的具体装配方案如下:将 45 节锂电池单元表面涂布导热系数为 $1.2\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ 的导热硅脂,按 5 并联 9 串联组成额定电压为 32V 容量为 11Ah 的锂电池组,放入电池组箱体 5 内,固定位置,往电池箱体 5 内部的空隙位置填充相变储能微胶囊 4,待相变储能微胶囊充满箱体,密排插入 32 根碳钢-水热管 3,使热管一端与箱体的底板接触,盖上电池箱体上盖,使电池箱体的上盖与热管另一端接触,拧紧螺钉,固定锂电池组箱体上盖,使每一个热管 3 的两端分别与电池箱体 5 的上盖、底板紧密接触。

[0034] 实例四

参照图 2,实施例四动力锂电池组的温度调节系统结构基本布局同实施例二。其中,5 为电池箱体,1 为锂电池单元,2 为涂布在锂电池单元 1 表面的导热涂层,3 为穿插在相变储能微胶囊中并与与电池箱体 5 的上盖、底板接触的热管,4 为填充在电池箱体 5 内、锂电池单元 1 之间的相变储能微胶囊。

[0035] 实施例四系统应用于额定电压 32V 容量 11Ah 的动力锂电池组上,其中锂电池单元 1 采用一种 3.7V 的 18650 锂电池单元,导热涂层 2 采用一种高导热硅脂,导热系数为 $1.2\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$,热管 3 采用一种碳钢-水热管,相变储能微胶囊 4 的胶囊芯材为相变温度 20°C 的正十六烷,胶囊壳材为一种聚丙烯酸酯,电池箱体 5 的材质为铝合金。

[0036] 实施例四系统的具体装配方案如下:将 45 节锂电池单元表面涂布导热系数为 $1.2\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ 的导热硅脂,按 5 并联 9 串联组成额定电压为 32V 容量为 11Ah 的锂电池组,放入电池箱体 5 内,固定位置,往电池箱体内部的空隙位置填充相变储能微胶囊 4,待相变储能微胶囊充满电池箱体,错位插入 16 根碳钢-水热管 3,使热管一端与电池箱体的底板接触,盖上电池箱体的上盖,使电池箱体的上盖与热管另一端接触,拧紧螺钉,固定电池箱体上盖,使每一个热管 3 的两端分别与电池箱体 5 的上盖、底板紧密接触。

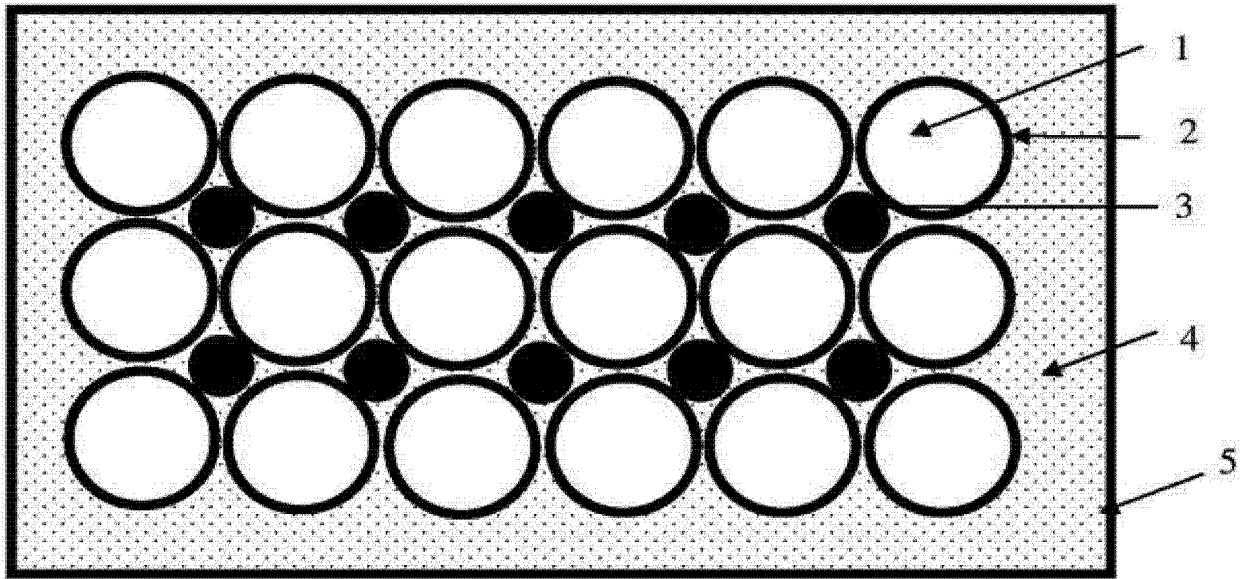


图 1

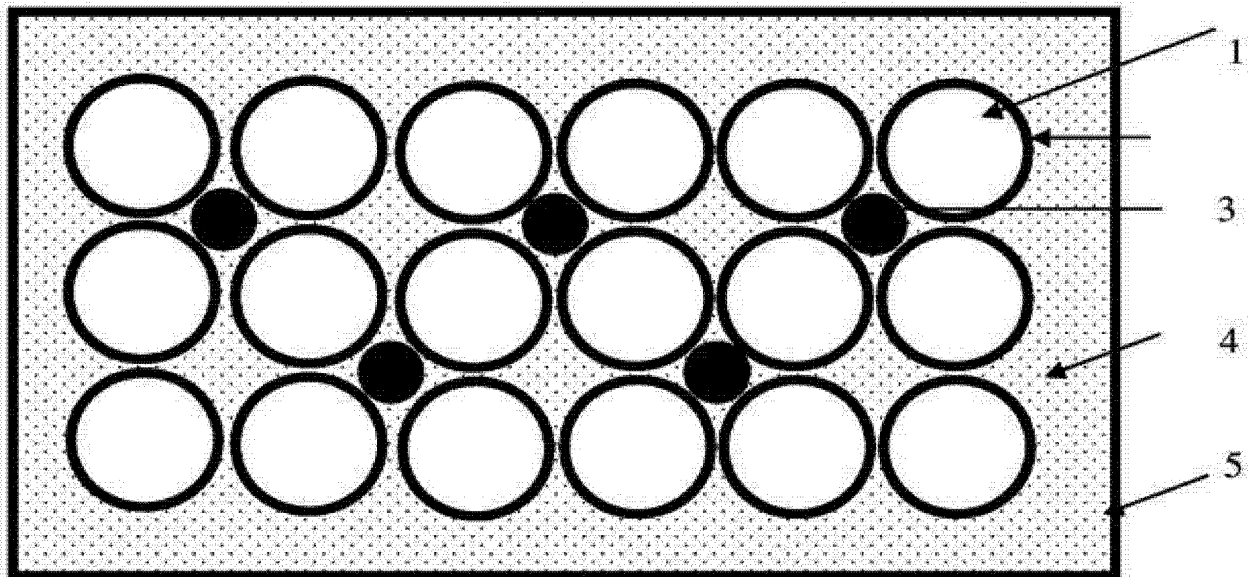


图 2

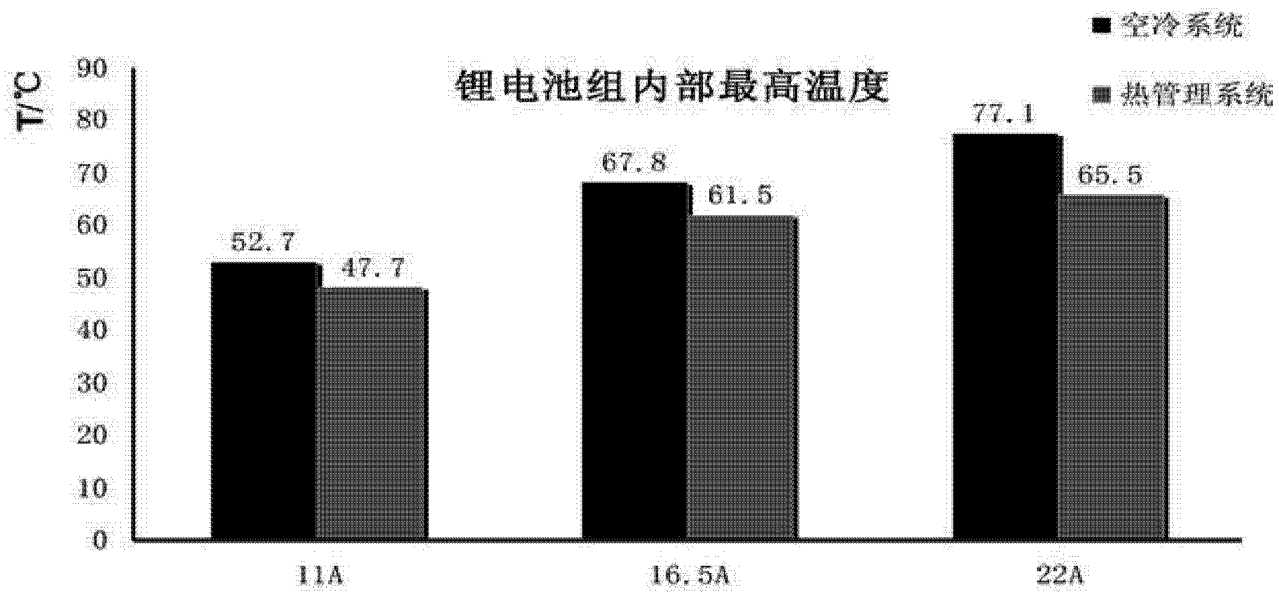


图 3

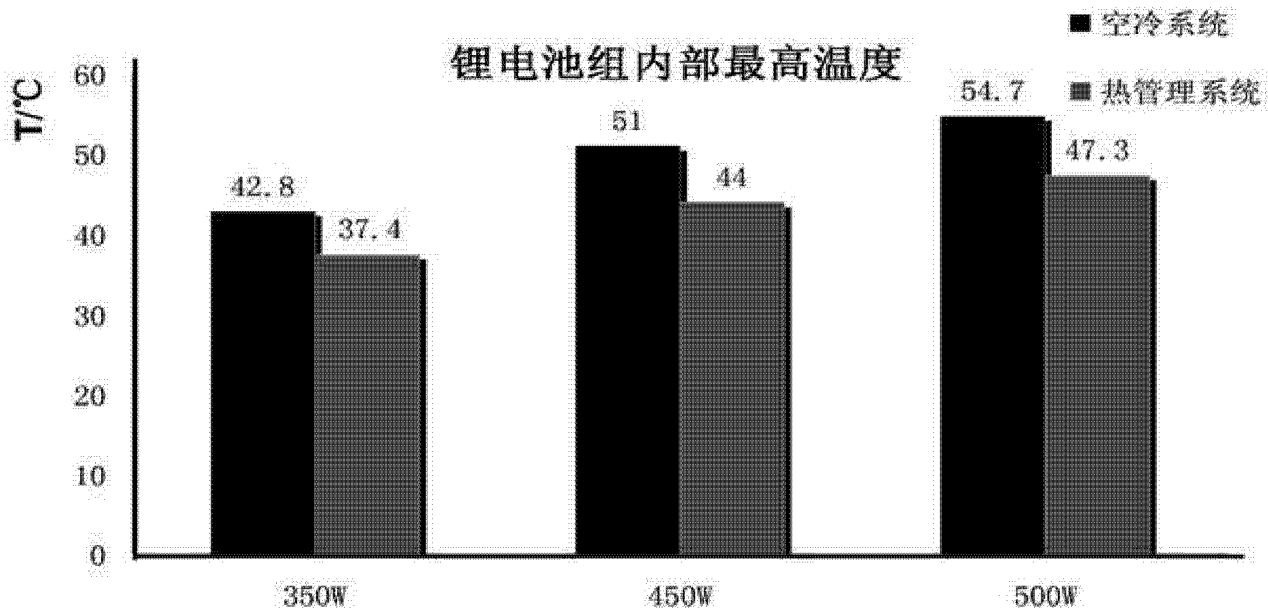


图 4