



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101960657 A

(43) 申请公布日 2011.01.26

(21) 申请号 200880127749.5

H01M 10/50 (2006.01)

(22) 申请日 2008.12.10

(30) 优先权数据

11/969,491 2008.01.04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.09.01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/086135 2008.12.10

(87) PCT申请的公布数据

W02009/088619 EN 2009.07.16

(71) 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 江俊伟 道格拉斯·C·马格努森

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 张爽 樊卫民

(51) Int. Cl.

H01M 6/50 (2006.01)

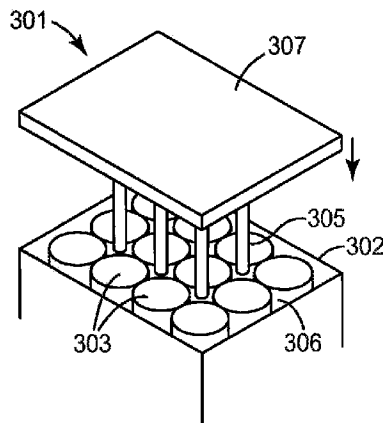
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电化学电池的热管理

(57) 摘要

本发明所提供的系统和方法通常涉及可充电电化学电池的被动双相热管理。所提供的系统和方法可以包括非水传热介质,如氟化碳流体。诸如氢氟醚的氟化碳流体可用于所提供的系统。



1. 一种用于电化学电池的被动热管理系统,其包括:
非水传热介质;
具有内部和外部的容器,其中所述内部容纳所述传热介质;和
至少一个或多个至少部分地浸没在所述介质中的电化学电池。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述传热介质的沸点低于80℃。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述传热介质包含氟化碳流体,任选其中所述流体是不易燃的。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中所述氟化碳流体包含氢氟醚。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述容器包括通口。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述容器的内部基本上处于大气压力下。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中所述容器包括冷凝面。
8. 根据权利要求1所述的系统,其还包括冷凝器。
9. 根据权利要求1所述的用于电化学电池的被动热管理系统,其中所述传热介质包含一种或多种氢氟醚。
10. 根据权利要求9所述的系统,其中所述氢氟醚的沸点低于80℃。
11. 根据权利要求9所述的系统,其中所述容器包括通口。
12. 根据权利要求11所述的系统,其中所述电池基本上浸没在所述介质中。
13. 根据权利要求9所述的系统,其还包括冷凝器。
14. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一个或多个电化学电池包括锂离子电池。
15. 一种用于电化学电池的被动热管理系统,其包括:
传热流体;
一个或多个电化学电池;和
换热器,其至少部分地填充以所述传热流体,
其中至少一个电池与所述换热器是热接触的。
16. 根据权利要求15所述的系统,其中所述流体是非水的。
17. 根据权利要求16所述的系统,其中所述流体包含氢氟醚。
18. 根据权利要求15所述的系统,其还包括:
容器;和
非水传热介质,
其中所述容器至少部分地填充以所述介质,其中至少一个所述电池至少部分地浸没在所述介质中,且其中所述介质与所述换热器是热接触的。
19. 根据权利要求18所述的系统,其中所述介质包含氢氟醚。
20. 一种电化学电池的被动热管理方法,该方法包括:
提供至少部分地填充以传热介质的容器;
使至少一个电化学电池部分地浸没在所述介质中;
对所述电池进行充电或放电以产生受热的电池;
从所述受热的电池向所述介质传热;以及
利用来自所述受热的电池的热量蒸发所述介质。

电化学电池的热管理

[0001] 相关专利申请

[0002] 本申请要求提交于 2008 年 1 月 4 日的美国专利申请 No. 11/969, 491 的优先权。

技术领域

[0003] 本发明所提供的系统和方法通常涉及包括氟化碳流体的可充电电化学电池的被动双相热管理。

背景技术

[0004] 常规的可充电的电化学电池在正常工作状态下产生受控量的热。然而这些电池由于各种原因可能会不时地出现热量的迅速增加和释放。出现热量增加和释放的情况可能是由于外因,如电池端子受到短路、电池受到物理损坏或电池里面产生内部缺陷。当电化学电池中经历这种放热的迅速增加时,电池可能会进入意外模式,造成电池失效。虽然这种热量的迅速增加和释放可能是相对不常见的,但如果在电化学电池堆或电化学电池组中发生放热,那么从一个电池中释放的热量可能足以使其它周围的电池达到它们的热失控点而导致连锁反应。

发明内容

[0005] 锂离子电化学电池正越来越多地应用于电子设备,如膝上型电脑、移动电话和无绳电动工具,并且正在考虑将其作为汽车电源。锂离子电池由于具有高能量密度潜力、非常好的使用寿命和可再充电性而受到关注。电化学电池需要有热管理系统,特别是锂离子电化学电池。需要能有不需要复合硬件(如泵或阀)和复杂密封的热管理系统。另外还需要电化学电池有这样的热管理系统,在热失控状态下能够起到冷却电池的作用,和/或能够压制任何在失控期间可能会产生的火势。此外,需要热管理系统成本低,便于携带,能够迅速地散去大量的热。

[0006] 一方面提供一种用于电化学电池的被动热管理系统,包括非水传热介质、具有内部和外部的容器(其中所述内部容纳传热介质)和至少部分地浸没在所述介质中的至少一个或多个电化学电池。

[0007] 另一方面提供一种热管理系统,包括传热流体、一个或多个电化学电池和至少部分地填充以所述传热流体的换热器,其中一个或多个电池与换热器是热接触的。

[0008] 最后提供一种电化学电池的被动热管理方法,包括:提供填充以传热介质的容器,使至少一个电化学电池部分地浸入所述介质,对电池充电或放电以产生受热的电池,从受热的电池向介质传热,并通过介质的蒸发从受热的电池中散热。

[0009] 在本文件中:

[0010] “一个”和“所述”与“至少一个”可互换使用,表示一个或多个所述的要素;

[0011] “合金”是指两种或更多种元素的混合,其中的至少一种是金属,且其中所得到的材料具有金属性质;

[0012] “充电”是指对电池提供电化能的过程；

[0013] “脱锂”是指从电极材料中脱除锂的过程；

[0014] “放电”是指从电池中取得电化能的过程，例如当使用电池进行所需工作时；而“金属”指的是金属和准金属（如硅和碳）两者，无论是元素态还是离子态的。

[0015] 所提供的用于电化学电池的热管理系统可以是被动式的，即，它不包括泵，但可以通过对流来循环冷却剂。所提供的系统中可以使用具有高导热率的传热介质，如氢氟醚。它们可以通过把热量从电池导向容纳介质的容器而带走电化学电池产生的热量。另外，它们可以吸收电池产生的热量，方式是在电池的表面蒸发，然后在容器的表面上冷凝，从而实现散热。同时，通过使用不助燃的传热介质，所提供的热管理系统能防止或压制另外可能由热失控事件产生的火势。

[0016] 上述发明内容并非旨在描述本发明的每种实施方式的每个公开的实施例。接下来的附图简要说明以及详细描述对示例性的实施例作出了更具体的说明。

附图说明

[0017] 图 1 是热管理系统的一个实施例的示意图，所述热管理系统包括浸没在传热介质中的电化学电池阵列。

[0018] 图 2 是热管理系统的一个实施例的示意图，所述热管理系统包括与换热器相接触的电化学电池阵列。

[0019] 图 3A 是管理系统的实施例的剖视图，所述热管理系统包括在容器中的电化学电池阵列，所述容器至少部分地浸没在传热介质中。

[0020] 图 3B 是显示包括换热器的热管理系统的图 3A 的实施例的分解图。

[0021] 图 4A 和 4B 是对照例（图 4A）和所提供的热管理系统的一个实施例（图 4B）的性能特性图。

[0022] 图 5A 和 5B 是另一对照例（图 5A）和所提供的热管理系统的另一实施例（图 5B）的性能特性图。

[0023] 图 6 是所提供的热管理系统的又一实施例的性能特性图。

具体实施方式

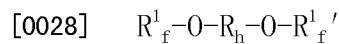
[0024] 所提供的锂离子电化学电池的热管理系统是被动系统。被动的意思是说，在系统中没有使用或需要机械能或电能的泵。在被动系统（如所提供的系统）当中，通过对流可以发生传热介质（另可称为冷却剂）的移动。使用被动式热管理系统能够避免在系统中使用诸如泵和阀之类的复合硬件。通过热量从电池到传热介质的热对流和热量从传热介质向容器表面的传递，所提供的系统可以散去锂离子电池（在锂化或放电过程中）产生的余热。所提供的系统还可以通过在传热介质接触电池的位置处至少部分地蒸发传热介质来散去余热。然后传热介质的受热蒸气可以移动到换热器的表面（也可以是容器的表面），向换热器传热，冷凝，然后流回传热介质储存器。按此方式，可以通过对流和通过利用介质的蒸发热来散去多余的热量。

[0025] 所提供的系统可以包括非水传热介质。传热介质可以是液体。可用的示例性非水传热液体包括全氟化碳（PFC）、全氟聚醚（PFPE）、全氟胺（PFA）、全氟醚（PFE）、硅油和烃油。

PFC、PFPE、PFA 和 PFE 在大气中显示的寿命值超过 500 年,并且可长达 5,000 年。另外,这些材料可显示出高的温室效应潜能值(“GWP”)。GWP 是在指定的整合时间范围上相对于由一(1)千克 CO₂ 所致的变暖而言,由释放一(1)千克样品化合物所致的合计潜在变暖。另外硅油和烃油可能易燃。

[0026] 所提供的用于电化学电池的热管理系统可以包括不易燃的惰性非水传热介质。不易燃的意思表示,所述介质不易助燃,特别是在热失控事件的条件下。惰性的意思是,在电池的正常工作条件下,所述介质基本上不与电池的部件发生反应。对于需要惰性流体的传热操作来说,可以使用氟化碳流体。氟化碳流体具有低毒性,基本上不刺激皮肤,没有化学活性,不易燃,并且具有高绝缘强度。诸如全氟碳、全氟酮、全氟聚醚、氢氟醚之类的氟化碳流体可以提供不消耗同温层中的臭氧层的附加优点。

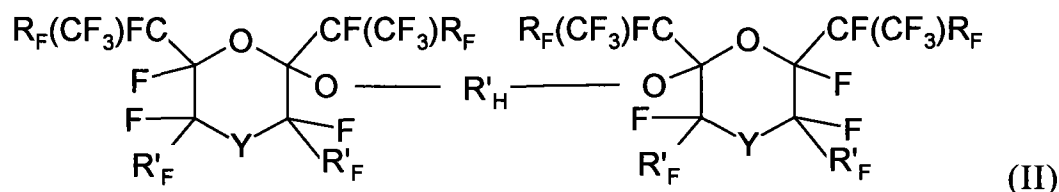
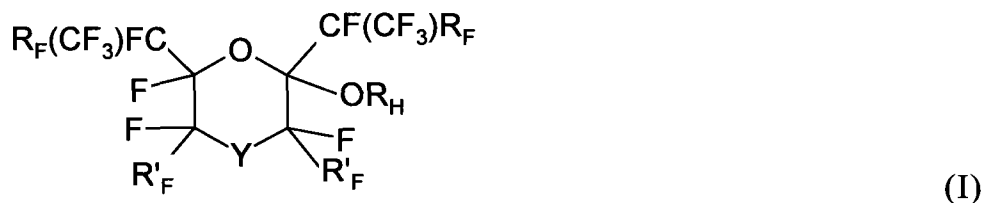
[0027] 在一些实施例中,所提供的热管理系统包括氢氟醚传热流体(或氢氟醚传热流体的混合物),它是惰性的,具有高绝缘强度、低电导率、化学惰性、热稳定性和有效的热传递性。另外,所提供的系统包含的传热流体是液体,在宽温度范围上具有良好的传热特性。可适用于所提供的系统的实施例的示例性氢氟醚包括由如下结构表示的化合物:



[0029] 其中 O 是氧;R_f¹ 和 R_f^{1'} 独立地为氟代脂族基团,其中每个 R_f¹ 和 R_f^{1'} 含有至少 1 个氢原子;R_h 是具有 2 至约 8 个碳原子和至少 4 个氢原子的直链、支链或环亚烷基基团,其中 R_h 可以含有一个或多个链中杂原子,且其中氢氟醚化合物不含 -O-CH₂-O-。这一结构的氢氟醚化合物公开在例如美国专利 No. 6, 953, 082;No. 7, 055, 579;和 No. 7, 128, 133(均授予 Costello 等人)和美国专利公开 No. 2007/0018134(costello 等人)中。

[0030] 适用于所提供的系统的一些实施例的其它氢氟醚化合物包括环状氢氟醚化合物,如公开在美国专利公开 No. 2007/0267464(Vitcat 等人)中的那些。这些化合物可以由通式 (I) 和 (II) 表示:

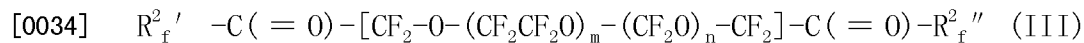
[0031]



[0032] 其中每个 R_f 独立地为可任选含有至少一个选自二价醚氧原子和三价氮原子的链中杂原子并且可任选包含选自 -CF₂H、-CFHCF₃ 和 -CF₂OCH₃ 的末端部分的直链或支链全氟烷基基团(优选为具有一到约六个碳原子并且可任选含有至少一个选自二价醚氧原子和三价氮原子的链中杂原子的直链或支链全氟烷基基团;更优选为具有一到约三个碳原子并且可任选含有至少一个链中二价醚氧原子的直链或支链全氟烷基基团;最优选为全氟甲基);每个 R_f^{1'} 独立地为氟原子或可任选含有至少一个链中杂原子的直链或支

链全氟烷基基团（优选的是，具有一到约四个碳原子和 / 或没有链中杂原子）；Y 是共价键、-O-、-CF(R_F)- 或 -N(R_F'')-，其中 R_F'' 是可任选含有至少一个链中杂原子的直链或支链全氟烷基基团（优选的是，具有一到约四个碳原子和 / 或没有链中杂原子）；R_H' 是具有至少两个碳原子并且可任选含有至少一个链中杂原子的直链、支链、环亚烷基基团或氟亚烷基基团或它们的组合（优选的是直链或支链的，和 / 或具有二到约八个碳原子，和 / 或具有至少四个氢原子，和 / 或没有链中杂原子）。

[0033] 在其它实施例中，热管理系统可以包括含氟酮化合物，如美国专利公开 No. 2007/01633710 (Costello 等人) 中公开的那些。这些含氟酮化合物可以由如下的通式 (III) 表示：



[0035] 其中 R_f^{2'} 和 R_f^{2''} 各自独立地为可任选含有至少一个链中杂原子并且可任选包含选自 -CF₂H、-CFHCF₃ 和 -CF₂OCH₃ 的末端部分的支链全氟烷基基团；m 是一至约 100 的整数；n 是零至约 100 的整数；且四氟亚乙氧基 (-CF₂CF₂O-) 和二氟亚甲氧基 (-CF₂O-) 部分是随机或非随机分布的。优选 R_f^{2'} 和 R_f^{2''} 各自独立地为可任选含有至少一个链中杂原子的支链全氟烷基基团（更优选为具有约 3 至约 6 个碳原子的支链全氟烷基基团）；m 是一至约 25 的整数（更优选为一至约 15）；n 是零至约 25 的整数（更优选为零至约 15）。

[0036] 适用于所提供的系统的实施例的其它氢氟醚化合物包括式 R_f³-O-R_f^{3'} 的氟化醚，其中 R_f³ 和 R_f^{3'} 是相同的或不同的，选自取代和非取代的烷基、芳基和烷芳基基团以及它们的衍生物。R_f³ 和 R_f^{3'} 中的至少一个含有至少一个氟原子，且 R_f³ 和 R_f^{3'} 中的至少一个含有至少一个氢原子。任选 R_f³ 和 R_f^{3'} 之一或两者可以含有一个或多个链中或非链中杂原子（如氮、氧或硫）和 / 或一个或多个卤素原子（包括氯、溴或碘）。R_f³ 和 R_f^{3'} 还可任选含有包括羰基、羧基、硫代基、氨基、酰胺基、酯基、醚基、羟基和硫醇基在内的一个或多个官能团。R_f³ 和 R_f^{3'} 也可以是直链、支链或环烷基基团，且可以含有一个或多个不饱和碳-碳键。这些材料公开在美国专利 No. 5, 713, 211 (Sherwood) 和 No. 7, 208, 100 (Minor 等人) 中。具有至少一个氢化 -OCFX' CH₃ 端基的氢氟醚（其中 X' 是 F 或 CF₃）也适用于本系统的实施例。这些材料公开在例如美国专利公开 No. 2007/0106092 (Picozzi 等人) 中。所有上述文献均以引用的方式并入本文。

[0037] 所提供的热管理系统的一些实施例的传热介质可以具有低沸点。例如，介质的沸点可以低于 80°C、低于 70°C、低于 60°C 或甚至低于 50°C。

[0038] 可以将所提供的热管理系统的其它实施例的传热介质容纳在容器以内（容器的内部）。容器可以具有任意的尺寸或形状，并且可以由具有良好传热性能的材料制成。容器可以足够大，使得能够将电化学电池完全置于其内部。容器可以由金属、金属合金、复合材料、聚合物或共聚物制成，或者可以由能容纳流体、具有良好的传热性并且不妨碍置于其内的电化学电池的性能的任何材料制成。适用材料的例子包括金属，如镍、不锈钢和铜；玻璃，包括导热玻璃。适用的聚合物或者共聚物可以包括聚烯烃、聚酯、聚酰亚胺、聚碳酸酯、尼龙、聚苯乙烯、环氧树脂、前述物质的共聚物以及它们的组合。诸如聚乙烯或聚丙烯或它们的共聚物的聚烯烃是特别适用的。也可设想使用聚合物和 / 或陶瓷的复合材料作为所提供的热管理系统中的容器，所述复合材料包含诸如金属纳米粒子、碳纳米管、纳米线之类的导热材料和能对复合材料赋予导热性的其它添加剂。

[0039] 容器的内部可以容纳传热介质。可以至少部分地用传热介质填充容器。在一些实施例中,容器可以是顶部敞开的,或者可以基本上是封闭的。基本上封闭的意思是指围住容器的顶部(位于液面上方)可以包括至少一个小通口。在容器基本上封闭且传热介质是液体、特别是低沸点液体的实施例中,容器可以具有容纳液体上方的气相的空间。通口可以是包括小孔的压力释放系统或别的装置,例如使容器内部(且在液体上方)的蒸气压力基本上保持为大气压力的阀。

[0040] 所提供的热管理系统可以具有至少一个至少部分地浸没在传热介质中的电化学电池。在一些实施例中,电池可以完全浸没在所述介质中。在一些实施例中,所述至少一个电池是具有多个电池的电池组的一部分。在这种情况下,使包括在电池组中的至少一个电池至少部分地浸没在所述介质中。为了有效地控制电化学电池的温度,可以使电池浸入到介质当中,致使由电池向介质传递热的量足以使电池或多个电池的电池组保持适当的工作温度。在一些实施例中,优选使电池完全浸没在所述介质中。在其它实施例中,优选使电池浸入所述介质中约一半。在其它实施例中,由较少的浸入可以实现适当的温度控制。

[0041] 热量可以由所提供的热管理系统中的电化学电池向传热介质传递。在一些实施例中,热量可以通过对流直接从电化学电池的表面向所述介质传递。在其它实施例中,可以通过使至少一些传热介质经历由液体到蒸气的相变来向所述介质传递热量。按此方式,从电池传递的热量成为蒸发传热介质所需的能量。在许多实施例中,对流和蒸发均可以从电池传递热量。

[0042] 在一些实施例中,容器可以具有能充当冷凝面的表面或一部分表面。此表面可以具有高热传递系数,并且能由蒸气散热,使蒸气向表面传热并冷凝回到传热介质的储存器。在其它实施例中,可设想单独的冷凝器是容器的一部分。单独的冷凝器可以是特地用来由蒸气散热的表面。在一些实施例中,传热歧管可以在容器的外部,但可以起到冷凝受热的蒸气并由热管理系统散热的作用。

[0043] 图1是热管理系统101的一个实施例的示意图,该热管理系统包括至少部分地浸没在传热介质105中的电化学电池阵列106(例如电池组)。本实施例的热管理系统包括容纳传热介质105的容器103。由若干电化学电池102制成的电化学电池阵列106浸没在传热介质105中。欧姆电阻器104与电池组连接以模拟热源。容器的外部连接一开关111以控制电路。电引线107和109分别与电化学电池阵列106的阳极和阴极电连接。在本实施例中,电引线107和109穿过通口110,所述通口用来使引线穿过容器,以便在容器的外部用于对设备供电,所述的设备例如是手机、电脑、电动车或具有便携式电力需求的任何其它设备。通口110还使得在容器103内部的传热介质105上方的蒸气108基本上处于大气压力下。

[0044] 在另一方面中提供一种用于电化学电池的热管理系统,包括含一种或多种氢氟醚的传热介质、容纳传热介质的容器和至少部分地浸入介质中的一个或多个电化学电池。电化学电池可以是二次电化学电池。二次电化学电池能够可逆地进行多次充电和放电而不会显著地降低其容量。二次电化学电池可以包括例如锂离子电池、镍氢化物电池、镍镉电池、碱锰电池和密封铅酸电池。

[0045] 这方面,所提供的热管理系统可以包括传热介质,所述传热介质包含一种或多种氢氟醚(HFE)。HFE例如可以商品名“NOVEC工程流体”得自明尼苏达州圣保罗的3M公司,或

以商品名“VERTREL 特种流体”得自特拉华州威尔明顿的杜邦公司。特别适用于所提供的系统的实施例的 HFE 包括 NOVEC 7100、NOVEC 7200、NOVEC 71IPA、NOVEC 71DE、NOVEC 71DA、NOVEC 72DE 和 NOVEC 72DA,均得自 3M 公司。所得到的 HFE 可以是纯化合物或共沸混合物。在一些实施例中,可以混合 HFE 以对最终使用者提供定制属性。所提供的热管理系统可以包括上述实施例的任何特征。例如,氢氟醚的沸点可以低于 80°C、低于 70°C、低于 60°C 或甚至低于 50°C。容器可以是顶部敞开的,或者可以基本上是封闭的,并且如果有顶部围住容器,则顶部可以包括至少一个小通口。电化学电池可以部分或完全地浸没在传热介质当中,并且所述系统可进一步包括冷凝器。

[0046] 又一方面提供了传热流体、一个或多个电化学电池和至少部分地用传热流体填充的换热器,其中所述一个或多个电池与换热器是热接触的。这方面的热管理系统实施例可以包括至少部分地填充以传热流体的换热器。所述流体可以是具有良好热容和导热性的任何气体或液体。所述流体可以在与电化学电池物理和 / 或化学隔离的封闭系统中。设想的流体可以包括具有高热容的液体,例如水、二醇、全氟化碳 (PFC)、全氟聚醚 (PFPE)、全氟胺 (PFA)、全氟醚 (PFE)、硅油和烃油。此实施例的系统也可以包括一个或多个与换热器热接触的电化学电池。热接触的意思是,存在着从电池向换热器导热的手段。这一手段可以包括电化学电池与换热器的直接接触,或者使用传热介质。

[0047] 在这方面的替代实施例中,电化学电池可以在容纳非水传热介质的容器的内部,所述非水传热介质使电池产生的热被传递至换热器。传热介质可以是非水的,并且对至少部分地浸入其中的电化学电池是惰性的。传热介质可以是上文针对所提供的热管理系统的其它方面讨论到的任何材料。所述介质可以包括氢氟烃。

[0048] 可以参考图 2、3A 和 3B 进一步说明所提供的热管理系统的这方面。图 2 是热管理系统 202 的一个实施例的示意图,所述热管理系统包括与换热器相接触的电化学电池阵列。参考图 2,所提供的三个锂离子电池 203 直接与换热器 205 热接触。换热器 205 在与锂离子电池 203 分开的隔室中容纳传热流体 206。由电池 203 产生的热量通过直接接触传递至换热器 205。热量传递至换热器内部的传热流体 206。换热器 205 与在外部或远离电池的传热歧管 207 相接触。受热的传热流体可以将其热量传递至传热歧管,从而使所述系统完整。传热歧管例如可以是外冷凝器、对流板或有许多翅片的散热器,所述翅片可以将传递的热量导向周围的大气。

[0049] 图 3A 是所提供的热管理系统的实施例 301 的自上而下的剖视图,所述热管理系统包括堆积在容器 302 内部的锂离子电化学电池 303。电池被传热介质 306 包围。换热器 (图 3A 中未显示) 具有突出部,所述突出部向下延伸经过各电池之间的传热介质。换热器与传热歧管 307 热接触。图 3B 显示相同的热管理系统 301 的另一视图,所述热管理系统在容器 302 中包括至少部分地浸没在传热介质 306 中的锂离子电池 303。还显示了换热器 307 的分解图,所述换热器包括与传热歧管 307 热接触的换热器 305 的若干中空突出部。突出部 305 延伸进入传热介质 306 以冷却电池。换热器可以在与容器中的传热介质分开的封闭系统中容纳传热流体。

[0050] 又一方面提供了一种电化学电池的被动热管理方法,所述方法包括提供填充以传热介质的容器,使至少一个电化学电池部分地浸入所述介质,对电池进行充电或放电以产生受热的电池,从受热的电池向所述介质传热,以及通过介质的蒸发从受热的电池散热。与

热管理系统的实施例中的情况一样,传热介质可以包括不易燃的惰性非水传热介质。可以使用氟化碳流体。在一些实施例中,诸如全氟化碳、全氟聚醚和氢氟醚之类的氟化碳流体是优选的。其它优选的实施例中可以包括沸点低于 80°C、低于 70°C、低于 60°C 或甚至低于 50°C 的传热介质。

[0051] 所提供的方法可进一步包括冷凝所述介质以形成冷凝介质的步骤。在一些实施例中,在容器的侧面上发生冷凝,其中热量由蒸发的介质向容器的壁传递,而介质是在容器的壁上冷凝。作为另外的选择,可以在例如外冷凝器、对流板或有許多翅片的散热器的表面上发生冷凝,所述翅片可以把传递的热量导向周围的大气。在一些实施例中,冷凝面可位于热管理系统的外部但与之热接触。在这些实施例中可以包括导管以将传热介质导向外冷凝器。在许多实施例中,所述方法进一步包括使冷凝的介质返回到容器内的传热介质当中。按此方式,传热介质充当了从电化学电池向大气传热的导管。

[0052] 已经描述了本发明的若干实施例。然而应该理解的是,在不偏离本发明实质和范围的情况下可以进行各种修改。因此,其它实施例也在以下权利要求的范围之内。

[0053] 实例

[0054] 实例 1. 液体介质中的传热 (3.3V 锂离子电池与 2 欧姆电阻器)

[0055] 实例 1 的实验类似于比较例 1,不同的是传热介质置于容器中。此实例使用 NOVEC 71IPA 工程流体(约 95 重量%的 $C_4F_9OCH_3$ 和 5 重量%的异丙醇),得自明尼苏达州圣保罗的 3M 公司,沸点约 54°C。接通开关后,电池开始放电,电池电压缓慢减小。电池温度保持在 30°C 左右。电阻器温度从 27°C 左右开始在 20 秒内迅速上升到 33°C 以上。最后电阻器的温度停留在 42°C 左右,电阻器周围的介质沸腾并在容器表面上冷凝。

[0056] 比较例 1. 空气中的传热 (3.3V 锂离子电池与 2 欧姆电阻器)

[0057] 以 0.4A 的电流把得自马萨诸塞州波士顿的 A123 系统公司的五个 26650 规格的电池(底部直径 26mm、高 65mm 的圆筒形电池)充电至 3.6V。电池中的阴极材料是 $LiFePO_4$,阳极材料是碳。将电池与得自伊利诺州罗林梅多斯的 Ohmite 制造公司的 2 欧姆电阻器和开关连接。除了没有传热介质以外,实验设计类似于图 1。通过得自 Omega 工程公司(Stamford, CT)的便携式手持数据记录器记录电池电压、电池温度和电阻器温度。

[0058] 图 4A 显示的图形中,“三角”记号代表电池电压,“方块”记号代表电池温度,“圆点”记号代表电阻器温度。实验在空气中进行。接通开关后,电池以大约 1.65A 的速率放电,由电阻器产生的热功率经计算为 5.4W 左右。电阻器温度升高到 90°C 左右,电池温度稳定在 27°C。电池与电阻器之间的温差为 63°C 左右。

[0059] 实例 2. 液体介质中的传热 (3.3V 锂离子电池与 0.5 欧姆电阻器)

[0060] 实例 2 中的实验类似于比较例 2,不同的是使用了传热介质 NOVEC 71IPA。当接通开关时,电阻器温度在 30 秒内迅速升高到 40°C,然后逐渐升高到 50°C。与没有传热介质且电阻器温度迅速升高到 160°C 以上的比较例 2 的情况相比可知,传热介质明显地控制了温度的上升。

[0061] 这是 18650 规格电池的软短路情况的模型。典型的商品 18650 规格电池的平均电池电压是 3.7 左右,容量是 2.4Ah 左右。电池中容纳的电能为 9Wh 左右。如果以 2C 倍率的速率发生软短路(30 分钟完全放电),电功率将是 18W 左右。这接近于其中 0.5 欧姆电阻器的热功率为 22W 左右的实例 2 的情况。在两种情况当中,传热介质都把电池温度有效地控

制在介质的沸点附近。

[0062] 比较例 2. 空气中的传热 (3.3V 锂离子电池与 0.5 欧姆电阻器)

[0063] 比较例 3 的实验类似于没有传热介质存在的比较例 1。此例中使用的热电阻器为 0.5 欧姆而不是 2 欧姆,电阻器的热功率经计算为 22W 左右,这大约是实例 1 中的热功率的 4 倍。图 5A 显示当实验停止时,以“圆点”记号表示的电池温度在 150 秒内迅速升高到 160°C 以上。

[0064] 实例 3. 并联双电池在空气中的传热,0.5 欧姆的电阻器在液体介质中

[0065] 把两个完全充电的 26650 规格电池 (A123 系统公司) 并联以提供大约 6.6V 的平均电压,以此模拟电池组。使电池组暴露在空气中。把 0.5 欧姆的电阻器与 2 个电池连接,使电阻器浸没在 NOVEC 71IPA 传热介质中。电阻器的热功率经计算为大约 87W。图 6 显示接通开关后电池和电阻器的温升。电池温度从 27°C 略微升高到 37°C。然而电阻器的温度在 20 秒内从室温迅速升高到 50°C。然后电阻器的温度以 400 秒缓慢地升高到 58°C。NOVEC 71IPA 的沸点温度在 54°C 左右,电阻器产生的热量通过传热介质的蒸发被迅速地传递。

[0066] 已经描述了本发明的若干实施例。然而应该理解的是,在不偏离本发明实质和范围的情况下可以进行各种修改。因此,其它实施例也在以下权利要求的范围之内。

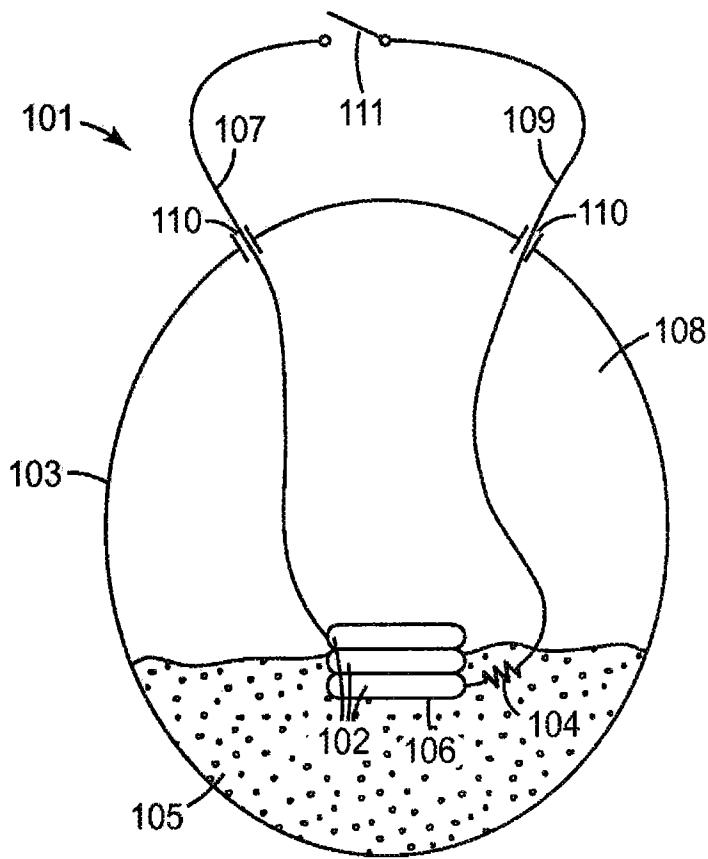


图 1

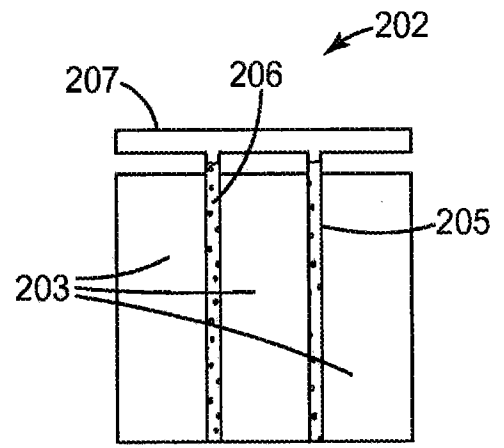


图 2

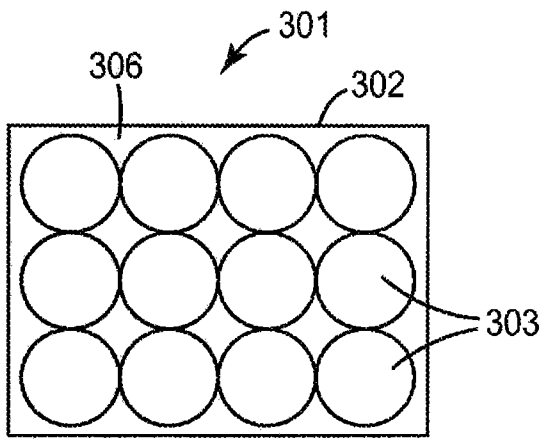


图 3A

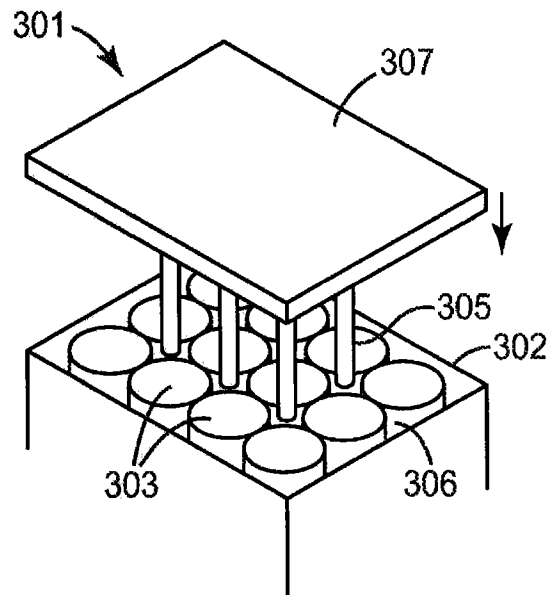


图 3B

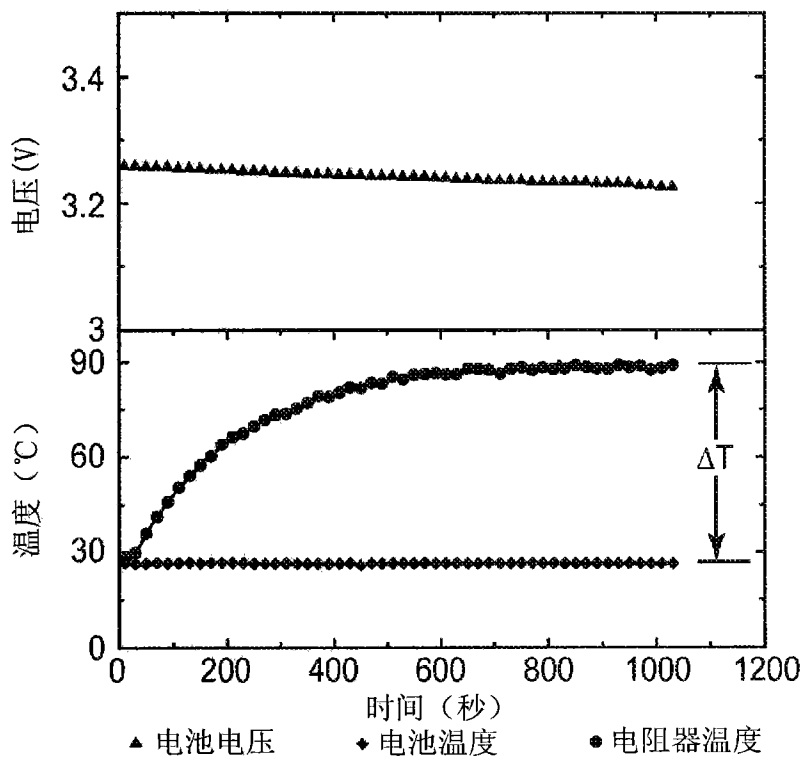


图 4A

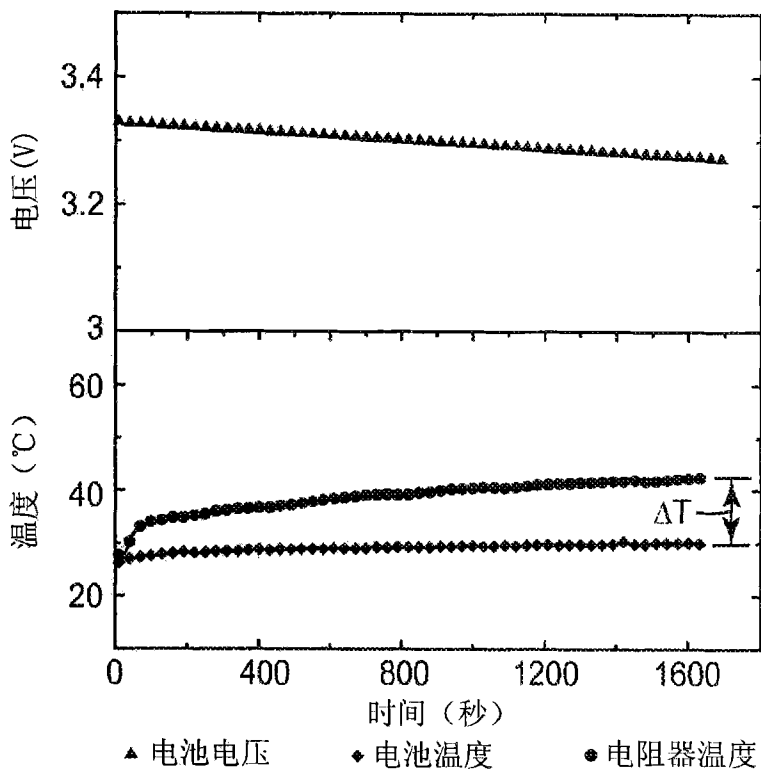


图 4B

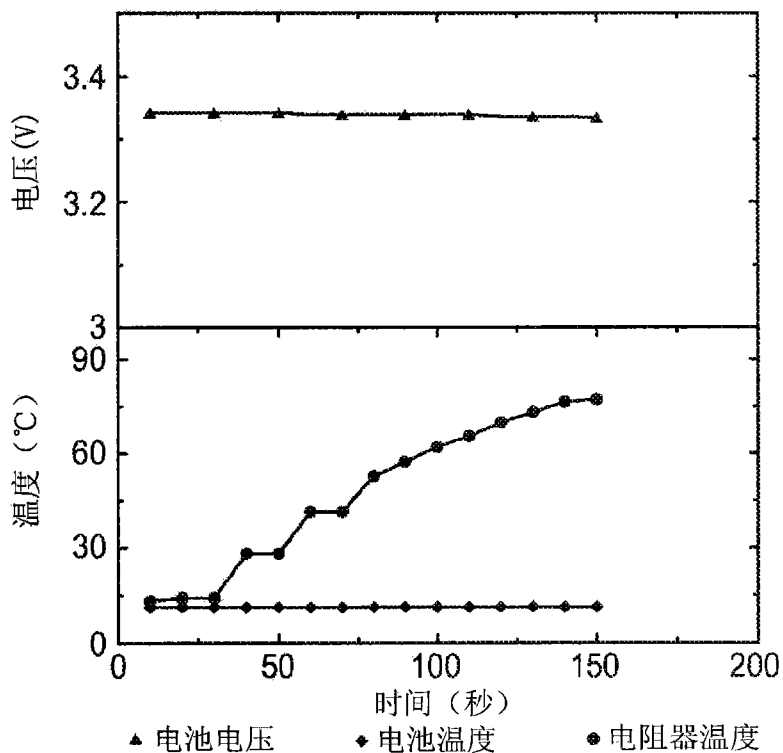


图 5A

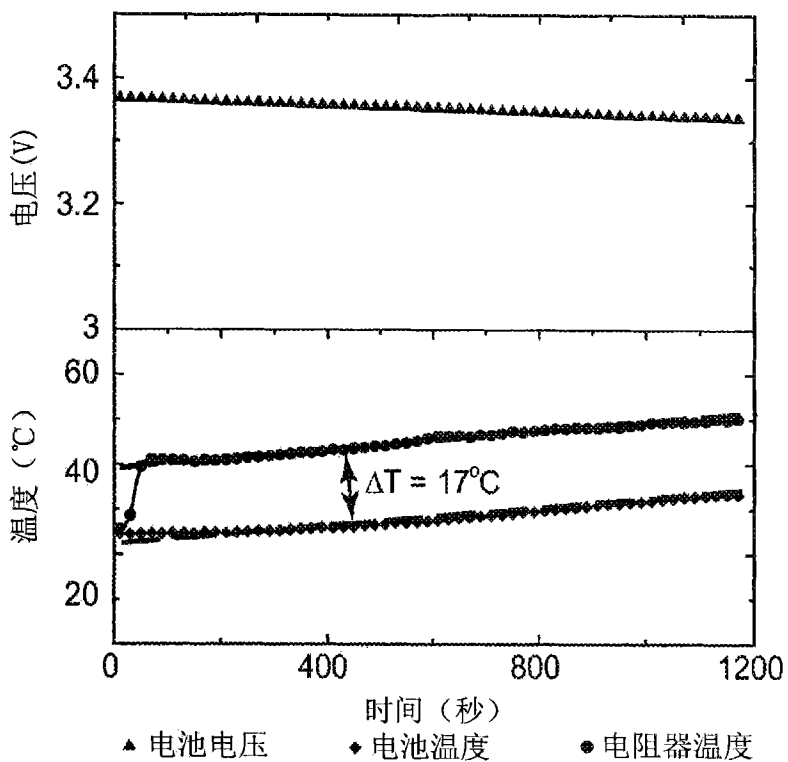


图 5B

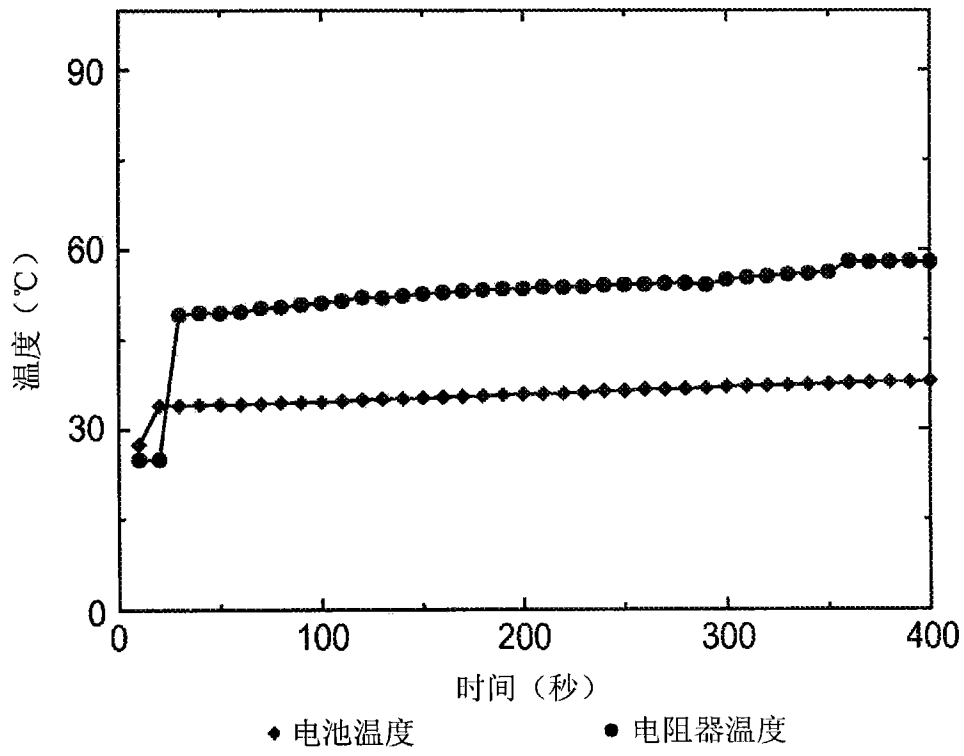


图 6A