



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115039271 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 09

(21) 申请号 201980103262.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.12.23

H01M 10/6569 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.06.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2019/061283 2019.12.23

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/130518 EN 2021.07.01

(71) 申请人 马耳他大学
地址 马耳他姆西达市

(72) 发明人 卡米莱里·罗伯特博士

(74) 专利代理机构 深圳紫藤知识产权代理有限公司 44570

专利代理师 杨永良

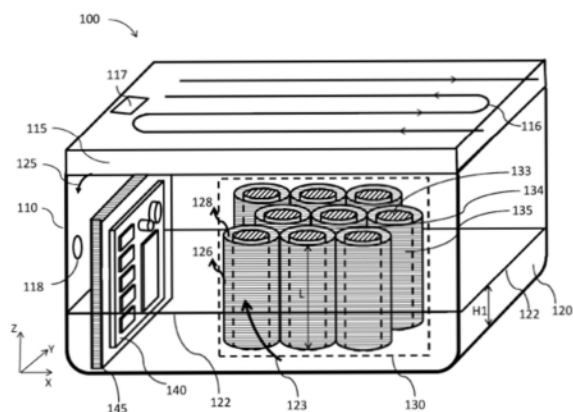
权利要求书2页 说明书7页 附图5页
按照条约第19条修改的权利要求书2页

(54) 发明名称

电池系统和蒸发冷却方法

(57) 摘要

一种电池系统包括具有盖的压力容器,压力容器包围电池组,电池组具有与多孔芯热接触的至少一个电池单元。电池组部分浸泡在液相的热传递流体中。来自多孔芯的热传递流体的蒸发将电池单元的温度维持在操作温度范围内。



1. 一种电池组, 包括:
至少一个电池单元, 包括纵向轴并且被配置为在预定温度范围内操作;
芯, 与所述至少一个电池单元热连通, 芯至少部分地包围所述至少一个电池单元; 以及
多孔材料的芯, 被配置为在被润湿时控制在基本上平行于纵向轴的方向上沿着芯的流体流动, 以便将所述至少一个电池单元保持在预定温度范围内的温度处。
2. 根据权利要求1所述的电池组, 其中, 芯由选自聚酯、聚酰胺、聚丙烯、棉和粘胶组成的组中的至少一种材料组成。
3. 根据权利要求1所述的电池组, 其中, 所述至少一个电池单元是锂离子电池单元。
4. 根据权利要求1所述的电池组, 其中, 所述至少一个电池单元为圆柱形形状或棱柱形形状。
5. 根据权利要求1所述的电池组, 其中, 预定温度范围为小于或等于约35摄氏度。
6. 根据权利要求1所述的电池组, 其中, 所述至少一个电池单元包括多个电池单元。
7. 一种电池系统, 包括:
压力容器; 以及
至少一个电池组, 在压力容器内, 所述至少一个电池组包括: 至少一个电池单元, 包括纵向轴并且被配置为在预定温度范围内操作; 芯, 与所述至少一个电池单元热连通, 芯至少部分地包围所述至少一个电池单元; 以及多孔材料的芯, 被配置为在被润湿时控制在基本上平行于纵向轴的方向上沿着芯的流体流动, 以便将所述至少一个电池单元保持在预定温度范围内的温度处。
8. 根据权利要求7所述的电池系统, 其中, 压力容器包括由盖覆盖的封闭室。
9. 根据权利要求7所述的电池系统, 其中, 所述至少一个电池单元包括多个电池单元。
10. 根据权利要求7所述的电池系统, 其中, 芯由选自聚酯、聚酰胺、聚丙烯、棉和粘胶组成的组中的至少一种材料组成。
11. 根据权利要求7所述的电池系统, 其中, 所述至少一个电池单元是锂离子电池单元。
12. 根据权利要求7所述的电池系统, 其中, 所述至少一个电池单元为圆柱形形状或棱柱形形状。
13. 根据权利要求7所述的电池系统, 其中, 预定温度范围为小于或等于35摄氏度。
14. 根据权利要求8所述的电池系统, 其中, 盖的表面被配置成用于通过强制空气对流进行冷却。
15. 根据权利要求8所述的电池系统, 其中, 盖被配置为用作散热器。
16. 根据权利要求8所述的电池系统, 其中, 盖包括用于将冷却剂传输通过其的导管。
17. 根据权利要求16所述的电池系统, 其中, 导管被配置成与热交换流体源连通。
18. 根据权利要求8所述的电池系统, 其中, 盖包括至少一个减压阀。
19. 根据权利要求8所述的电池系统, 其中, 盖包括电馈通孔。
20. 根据权利要求7所述的电池系统, 其中, 压力容器的表面包括电馈通孔。
21. 根据权利要求7所述的电池系统, 还包括在压力容器内延伸到预定高度的热传递流体, 以便部分地浸泡芯。
22. 根据权利要求21所述的电池系统, 其中, 热传递流体是液相的并且具有预定沸点温度和预定蒸发热。

23. 根据权利要求22所述的电池系统,其中,预定蒸发热大于或等于每克热传递流体100焦耳。

24. 根据权利要求22所述的电池系统,其中,预定沸点温度在值上近似等于预定温度范围的最大值。

25. 根据权利要求21所述的电池系统,其中,热传递流体的体积在压力容器的内部体积的近似5%至近似30%之间。

26. 根据权利要求7所述的电池系统,还包括在压力容器内的电池管理子系统。

27. 根据权利要求26所述的电池系统,还包括与电池管理子系统热连通的芯吸垫。

28. 根据权利要求27所述的电池系统,其中,芯吸垫由多孔材料制成。

29. 一种用于电池系统的蒸发冷却的方法,包括:

提供压力容器和在压力容器内的至少一个电池组,电池组包括至少一个电池单元和芯;

将芯设置为与所述至少一个电池单元热连通;

提供具有预定沸点温度和预定蒸发热的液相的热传递流体;

用热传递流体填充压力容器直到预定高度,从而将芯部分地浸泡在热传递流体中;以及

通过热传递流体的蒸发从所述至少一个电池单元的表面散发热量。

电池系统和蒸发冷却方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电池系统,并且具体地涉及具有冷却机构的电池系统。

背景技术

[0002] 电池是通过充分利用间歇性可再生能源来实现交通电气化和发电工业转型的关键使能技术。特别地,可再充电锂离子电池已经成为需求高能量密度、长电池寿命、高放电速率、低自放电特性、无记忆效应和极低维护成本的许多应用选择的能量存储技术。

[0003] 然而,现有的电池并非没有缺点的,这些缺点源自其内部化学性质的有限稳定性。当以高速率充电或放电时,电池组中的单个电池由于其内部电阻而产生相当大的热。如果产热速度超过散热速度,则电池单元的芯温度将上升。芯温度的升高不仅降低了总的电池寿命,而且可能导致热失控和灾难性电池故障。此外,具有非常高功率密度的锂离子电池目前采用可燃液体来增强锂离子在电池内的迁移率。在这些电池中,过热也存在火灾隐患。

[0004] 作为电池单元的内部加热的示例,典型的18650型锂离子可再充电电池单元具有30毫欧的平均直流内部电阻。当电池端子之间的电流达到20安培时,欧姆加热功率为12瓦。因此,具有一千个这样的电池单元的电池组将产生并且需要耗散12千瓦的热功率。必须消散热量以避免热过载。此外,在电动车辆中,为了满足车辆设计和性能要求,需要电池系统是轻质的并且具有小的形状因数,这进一步加剧了散热问题。

[0005] 在高能量密度电池系统中,一种延长电池寿命、改善性能并且降低或消除热失控风险的方法是通过使用电池管理子系统(或BMS)。BMS通常控制电池组的充电/放电速率,使得电池单元的温度保持在预定的工作温度范围内,诸如,对于锂离子电池,在15至35摄氏度(°C)。即使在电动车辆关闭时,BMS仍保持激活状态。例如,在电池组的离线再充电期间,BMS控制充电速率以防止过热,即使这可能延长再充电所需的时间。

[0006] 然而,BMS具有对电动车辆的性能范围施加限制的缺点。例如,在使用机械能快速给电池单元充电的再生制动期间,BMS会暂停或限制再生以防止热过载。作为另一示例,在需要电池单元的高电池放电速率的爬坡和快速加速期间,BMS会限制加速的大小或持续时间,以防止热过载。

[0007] 来自电池单元的散热速率可以通过各种热力学冷却机构(诸如,强制空气对流、间接冷却、热管和直接浸泡在液体中)来增强。其中风扇将环境空气或冷却空气吹过电池组的强制空气对流易于实现,但导致差的散热。由于重量和形状因子的限制,其中电池组通过歧管连接到外部散热器或热交换器的间接冷却对于电动车辆通常是不切实际的。由于类似的原因,热管是不切实际的。此外,大电池组的间接冷却受到电池之间的大温度变化和电池内的大温度梯度的影响。直接浸泡在具有高比热容的液体中有助于通过液体中的热传导和对流进行冷却,然而,对于大的液体体积和重量的需求是主要缺点。

发明内容

[0008] 本发明提供了一种电池系统和方法,该电池系统和方法使用蒸发冷却来耗散大的

热负荷,同时保持轻质和小形状因子。

[0009] 本发明提供了一种电池系统,包括具有盖的压力容器,盖包围电池组,电池组具有与多孔芯热接触的至少一个电池单元。电池组部分浸泡在液相的热传递流体中。来自多孔芯的热传递流体的蒸发将电池单元的温度维持在操作温度范围内。

[0010] 本发明的实施例涉及电池组。电池组包括:至少一个电池单元,包括纵向轴并且被配置为在预定温度范围内操作;芯,与所述至少一个电池单元热连通,芯至少部分地包围所述至少一个电池单元;以及多孔材料的芯,被配置为在被润湿时控制在基本上平行于纵向轴的方向上沿着芯的流体流动,以便将所述至少一个电池单元保持在预定温度范围内的温度处。

[0011] 可选地,电池组使得芯由选自自由聚酯、聚酰胺、聚丙烯、棉和粘胶组成的组中的至少一种材料组成。

[0012] 可选地,电池组使得至少一个电池单元是锂离子电池单元。

[0013] 可选地,电池组使得至少一个电池单元为圆柱形形状或棱柱形形状。

[0014] 可选地,电池组使得预定温度范围为小于或等于约35摄氏度。

[0015] 可选地,电池组使得至少一个电池单元包括多个电池单元。

[0016] 本发明的实施例涉及电池系统。电池系统包括:压力容器;以及至少一个电池组,在压力容器内。所述至少一个电池组包括:至少一个电池单元,包括纵向轴并且被配置为在预定温度范围内操作;芯,与所述至少一个电池单元热连通,芯至少部分地包围所述至少一个电池单元;以及多孔材料的芯,被配置为在被润湿时控制在基本上平行于纵向轴的方向上沿着芯的流体流动,以便将所述至少一个电池单元保持在预定温度范围内的温度处。

[0017] 可选地,电池系统使得压力容器包括被盖覆盖的封闭室。

[0018] 可选地,电池系统使得至少一个电池单元包括多个电池单元。

[0019] 可选地,电池系统使得芯由选自自由聚酯、聚酰胺、聚丙烯、棉和粘胶组成的组中的至少一种材料组成。

[0020] 可选地,电池系统使得至少一个电池单元是锂离子电池单元。

[0021] 可选地,电池系统使得至少一个电池单元是圆柱形形状或棱柱形形状。

[0022] 可选地,电池系统使得预定温度范围为小于或等于35摄氏度。

[0023] 可选地,电池系统使得盖的表面被配置成用于通过强制空气对流进行冷却。

[0024] 可选地,电池系统使得盖被配置为用作散热器。

[0025] 可选地,电池系统使得盖包括用于将冷却剂传输通过其的导管。

[0026] 可选地,电池系统使得管道被配置成与热交换流体源连通。

[0027] 可选地,电池系统使得盖包括至少一个减压阀。

[0028] 可选地,电池系统使得盖包括电馈通孔。

[0029] 可选地,电池系统使得压力容器的表面包括电馈通孔。

[0030] 可选地,电池系统使得它另外包括在压力容器中延伸到预定高度的热传递流体,以便部分地浸泡芯。

[0031] 可选地,电池系统使得热传递流体是液相并且具有预定沸点温度和预定蒸发热。

[0032] 可选地,电池系统使得预定的蒸发热大于或等于每克热传递流体100焦耳。

[0033] 可选地,电池系统使得预定沸点温度在值上近似等于预定温度范围的最大值。

[0034] 可选地,电池系统使得热传递流体的体积在压力容器的内部体积的近似5%和近似30%之间。

[0035] 可选地,电池系统使得其另外包括压力容器内的电池管理子系统。

[0036] 可选地,电池系统使得其还包括与电池管理子系统热连通的芯吸垫。

[0037] 可选地,电池系统使得芯吸垫由多孔材料制成。

[0038] 本发明的实施例涉及一种用于电池系统的蒸发冷却的方法。该方法包括:提供压力容器和在压力容器内的至少一个电池组,电池组包括至少一个电池单元和芯;将芯设置为与所述至少一个电池单元热连通;提供具有预定沸点温度和预定蒸发热的液相的热传递流体;用热传递流体填充压力容器直到预定高度,从而将芯部分地浸泡在热传递流体中;以及通过热传递流体的蒸发从所述至少一个电池单元的表面散发热量。

[0039] 除非本文中另有定义,否则本文中使用的所有技术和/或科学术语具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的含义相同的含义。尽管在本发明的实施例的实践或测试中可以使用与本文描述的方法和材料类似或等同的方法和材料,但是下面描述了示例性方法和/或材料。在冲突的情况下,以包括定义的专利说明书为准。此外,这些材料、方法和示例仅是说明性的,并且不意图必然地限制。

附图说明

[0040] 本发明的一些实施例在此仅以示例的方式参照附图进行描述。具体地详细参考附图,要强调的是,所示的细节是作为示例的,并且出于对本发明实施例的说明性讨论的目的。就这点而言,结合附图所作的描述对于本领域技术人员显而易见的是如何可以实施本发明的实施例。

[0041] 现在注意附图,其中相同的参考标号或字符指示相应的或类似的组件。在附图中:

[0042] 图1是根据本发明的示例性电池系统的透视图;

[0043] 图2是示出图1的电池系统的不同芯材料的芯吸高度与湿润时间的实验图的曲线图;

[0044] 图3是用于图2的电池系统的示例性芯材料的放大图;

[0045] 图4是根据本发明的示例性电池组的剖视图;以及

[0046] 图5是根据本发明的用于制造图1的电池系统的示例性方法的框图。

具体实施方式

[0047] 图1示出了根据本发明的示例性电池系统100的透视图。在系统100中,示例性取向基于相互正交的向量X、Y和Z。在整个文档中,对方向和取向(诸如,向上、向下、上面的、下面的、上、下、顶、底等)进行参考。这些参考示例性的,用于描述和解释本发明及其实施例,并且不以任何方式进行限制。

[0048] 系统100包括在系统100内部的压力容器110。压力容器110使用指向与平面X-Y垂直的大致垂直方向的Z轴来定向。压力容器110包括可拆卸盖115,其例如形成用于容器110的流体(气体和/或液体)密封。压力容器110包围电池组130和电池管理子系统(BSM) 140,两者都已组装在压力容器110内。提供热传递流体(HTF) 120,并且热传递流体(HTF) 120到达例如表面水平122,达到由H1表示的高度。例如,HTF 120的体积在压力容器110的内部体积的

大约5%至大约30%之间变化。HTF 120的这种可变体积考虑到电池系统100的一系列操作条件。

[0049] 盖115例如被外部供应的热交换流体(诸如制冷冷却剂)冷却,热交换流体流过导热管116,例如,冷却管116嵌入盖115中。可拆卸盖115中的卸压阀117防止内部压力超过预定安全值。馈通孔118使得电力电缆和信号电缆能够穿过压力容器110的壁。可选地,馈通孔118可以定位在可拆卸盖115上或沿压力容器110的任何壁定位。

[0050] 电池组130包括例如多个电池单元133,每个电池单元133具有大致平行于Z轴的纵向轴“L”,并且至少部分地被多孔芯135包围。电池单元133例如通过在串联-并联电路中布线而彼此电连通,并且BMS 140电连接到电池组130(图1中未示出的电路和布线)。BMS 140包括电路,该电路安装在板(未示出)上并且设置成与多孔芯吸垫145热接触。

[0051] 多孔芯135与单个电池单元133的形状相符,从而在芯135与相应电池单元133的界面处存在热接触。虽然在图1中电池单元133被示出为具有圆柱形形状,但是其它形状是合适的。例如,电池单元133可以具有棱柱形状,诸如锂离子聚合物电池的棱柱形状。另外,芯135可以完全包围电池单元133,如图1中所示,或者芯135可以具有切口,使得芯135部分地包围电池单元133。

[0052] 多孔芯吸垫145使用与芯135相同的HTF向BMS 140提供蒸发冷却。多孔芯吸垫145与BMS 140的同包含电路组件的表面背对的表面热接触,如图1示意性地所示。芯135和芯吸垫145例如具有相同的材料成分。示例材料是诸如80%聚酯和20%聚酰胺(按重量计)的捻合纤维共混物,具有大致30%至70%的孔隙率。另外,在下面的表1中提供了芯135和多孔芯吸垫145的材料成分。

[0053] 存在于相邻芯135之间的间隙134形成通道,蒸发的HTF蒸气通过该通道朝盖115逸出。电池组130中的电池单元133的平铺几何形状(tiling geometry)是例如六边形,如图1中所示。相邻电池单元133的芯135形成紧密填充的平面阵列。可选地,根据电池组的空间限制,相邻电池单元133的芯135例如间隔开。

[0054] HTF 120例如是非腐蚀性、不可燃、电绝缘的介电流体,其沸点温度为或低于电池单元133的操作温度范围的上端(通常为35℃),并且其蒸发热大于100焦耳/克。HTF 120的热导率(k)大于通常为0.05瓦/米×摄氏度的预定最小值。高热导率使得整个容器110的HTF温度基本相同;由此减小电池单元之间的温度变化。用于HTF 120的示例性材料是例如3M™ Novec™ 7000工程流体(1-甲氧基七氟丙烷)。

[0055] 由箭头123表示的毛细流使HTF水平在芯135内上升。根据Jurin定律,稳态芯吸高度(H2)取决于HTF 120的密度(ρ)和表面张力(γ)、HTF与芯材料之间的前进液体接触角(θ)、平均芯孔半径(R)和重力加速度(g):

[0056] $H2 = 2 \gamma \cos \theta / (\rho g R)$ (等式1)

[0057] 等式1在宽范围的孔半径R上是有效的,通常从3微米至100微米。在该范围内,等式1表明大致3-20微米的小的孔半径实现了大的芯吸高度(H2)。

[0058] 孔半径R例如取决于构成芯材料的细丝的几何形状。细丝可以加捻,在这种情况下,对于相同的细丝尺寸,较高的捻度(以每米匝数为单位测量)通常产生较小的孔半径R值。例如,最大芯吸高度(H2)通常以每米100至300匝的范围的捻度来实现。在该范围之外,较高的捻度值可能产生对于等式1来说太小而无效的孔半径。

[0059] 接触角 θ 取决于HTF 120和芯135的材料成分,并且例如尽可能接近于零。

[0060] 为了正确操作蒸发冷却,芯吸高度(H2)的值例如大于或等于(L-H1),其中H1和L分别是在容器110底部上方的表面122和电池单元133的顶部的高度。当满足对于H2的值的这种条件时,HTF 120通常润湿整个芯135直到电池单元133的顶部。

[0061] HTF从芯135的与空气接触的表面蒸发,产生分别由芯135的侧面和顶面排出的由箭头126和128表示的蒸汽流。蒸汽朝盖115上升,在那里它凝结成液体,产生由箭头125表示的HTF回流,并升高HTF表面水平122。

[0062] 图2是示出五种不同类型的芯材料(标记为(a) - (e))的芯吸高度(以毫米(mm)为单位)与润湿时间(t)(以秒为单位)的实验图的曲线图。在实验中,在初始时间 $t=0$ 处将干芯置于HTF浴中,并且芯吸高度在毛细管压力的作用下开始上升。芯吸高度最初随着时间线性增加,然后趋平至由等式1中的H2给出的稳态值。芯吸高度(U)的初始时间变化率主要取决于HTF的动态粘度和芯的孔半径R。下面表1示出了针对图1中的五条曲线中的每条的芯材料和实验确定的U和H2的值。

[0063] 表1

实例	芯材料	U (mm/s)	H2 (mm)
(a)	80% 聚酯、20% 聚酰胺	5.2	52
(b)	50% 聚酯、50% 棉	4.0	40
(c)	30% 聚酯、70% 粘胶	3.2	27
(d)	15% 聚丙烯、85% 粘胶	3.2	26
(e)	100% 粘胶	3.2	20

[0065] U和H2的最大值在对应于聚酯和聚酰胺的80-20共混物的情况下获得。

[0066] 图3示出了基于用光学显微镜制成的放大图像的对应于表1的情况(a)的80-20共混物的图。具有垂直阴影的区域310对应于聚酯纱线,具有粗虚线阴影的区域320对应于聚酰胺纱线。聚酰胺纱线以相对于聚酯纱线约40度的角度(θ)形成旋流图案。这增强了毛细管压力并且消除了对包括过重并且使得冷却效率低的过量液体(即HTF)的需要。

[0067] 图4是根据本发明的另一个实施例的包括单个电池单元133和多孔芯135的电池组的剖视图。电池单元直径和芯厚度分别由D和T表示,并且以毫米(mm)为单位。电池单元133浸没在HTF 120中直到表面水平面122。在表面水平122之下,冷却通过芯和HTF 120之间的热对流发生。在表面水平面122上方,通过来自芯135的蒸发冷却(蒸发)来散热。每单位电池表面面积,蒸发冷却比热对流更有效,这是因为HTF 120的高蒸发潜热。

[0068] 蒸发的液体通过毛细流123以由下式给出的质量流率补充到芯中:

$$[0069] \quad dm_w/dt = \pi \rho (U/2) T (D+T) \alpha \quad (\text{等式2})$$

[0070] 其中 m_w 是芯中HTF的质量,U/2是时均毛细管流速的近似值,并且 α 是芯孔隙率,其为通常在30%与75%之间的无量纲参数。

[0071] 忽略除了由蒸发冷却提供的冷却源之外的所有冷却源,上述质量流率应且通常必须等于或超过 P/q 的值,其中P是电池单元133耗散的最大热功率,且q是HTF的以焦耳每克为单位的蒸发潜热。因此,芯厚度(T)应该并且通常必须满足如下式子3的条件:

$$[0072] \quad T(D+T) \geq 2P/(\pi \rho q U \alpha) \quad (\text{式子3})$$

[0073] 对T的值设置下限。

[0074] 电池133的外表面的热经过芯135的厚度的热流应该并且通常必须在防止膜沸腾的范围内。膜沸腾的开始将蒸发冷却限制到芯与电池单元之间的界面处的薄区域,阻碍了湿润的芯的整个厚度对蒸发冷却的贡献。此外,膜沸腾的开始需要将电池单元表面过热至远高于最大工作温度的温度。

[0075] 示例

[0076] 本示例示出了获得所需的最大冷却功率 P =每电池单元12瓦的示例参数。系统的示例性组件如下:

[0077] (a) 电池单元:Samsung™ 18650-型锂离子电池,型号INR18650~30Q,额定容量为3000毫安时(mAh);20安培的最大放电电流; $P=12$ 瓦的最大散热;直径 $D=18.33$ mm;高度等于64.85mm。

[0078] (b) 热传递流体(HTF):3M™ Novec™ 7000工程流体(1-甲氧基七氟丙烷);沸点为34℃;蒸发潜热 $q=142$ 焦耳/克,热导率 $k=0.075$ 瓦特/米/℃;液体密度 $\rho=1.4$ 克/立方厘米;运动粘度为0.32厘沱;介电常数为7.4;在标准温度和压力(25℃和1大气压)下。

[0079] (c) 芯:80%聚酯和20%聚酰胺(按重量计)的捻合纤维共混物,其芯吸速率 $U=5.2$ mm/秒,标称芯孔隙率为 $\alpha=0.5$ 。

[0080] 示例性HTF与多孔芯材料、电池单元和BMS化学相容,并且是无毒的、不可燃的、无腐蚀性的和阻燃的。

[0081] 将数值参数值代入式子3得到 $T(D+T) \geq 14.8\text{mm}^2$,对于 $D=18.33$ mm的单元直径,其意味着芯厚度 T 大于或等于0.78mm。

[0082] 制造方法

[0083] 图5是用于制造图1的电池系统的示例性过程或工艺400的框图。该工艺包括子工艺,并且该方法通过如下框402-416的子工艺来执行:

[0084] 402—提供压力容器,该压力容器具有电馈通孔和带有嵌入式冷却导管的盖;

[0085] 404—提供具有预定沸腾温度的热传递流体(HTF);

[0086] 406—制备具有与多孔芯热接触的至少一个电池单元的电池组;

[0087] 408—将电池组安装在压力容器的底部上或靠近压力容器的底部;

[0088] 410—用HTF填充压力容器至预定水平,使得多孔芯部分浸泡;

[0089] 412—将电线从电池组连接到馈通孔;

[0090] 414—关闭并密封压力容器的盖;以及

[0091] 416—将嵌入的冷却管道连接到外部热交换流体源。

[0092] 在BMS 140也要通过蒸发冷却进行冷却的情况下,如在此所公开的,步骤(框406)包括制备与多孔芯吸垫145热接触的BMS 140,并且步骤(框410)中的填充也导致多孔芯吸垫145被部分浸泡。

[0093] 可选的实施例可以包括,例如,用直径为 D 的延伸到多孔芯吸材料块中的钻孔孔的阵列替换电池组130中的每个电池单元周围的单个芯。电池单元可以插入到每个钻孔孔中。为了保持结构刚性,材料块可以被由诸如高密度聚乙烯的高密度聚合物材料制成的刚性框架包围。

[0094] 其它可选的实施例可以包括用导热膏涂覆每个钻孔孔的内部,以确保每个电池单元和多孔材料块之间的热接触。

[0095] 其他可选的实施例可以包括具有在非常冷的天气(例如,低温)下被激活的加热元件的电池系统,以防止HTF温度下降到低于电池操作温度范围的下限。例如,对于锂离子电池,温度下限约为15℃。

[0096] 应当理解,以上描述仅意图作为示例,并且许多其它实施例在如所附权利要求中限定的本发明的范围内是可能的。

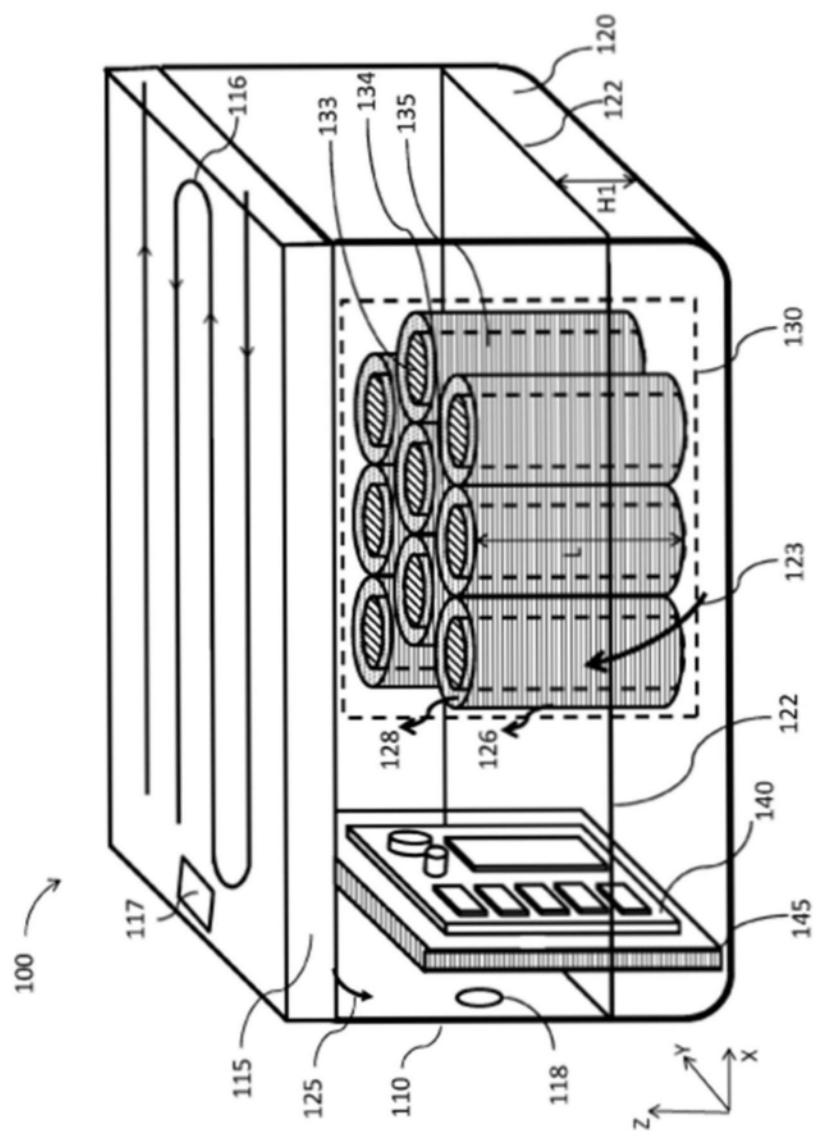


图1

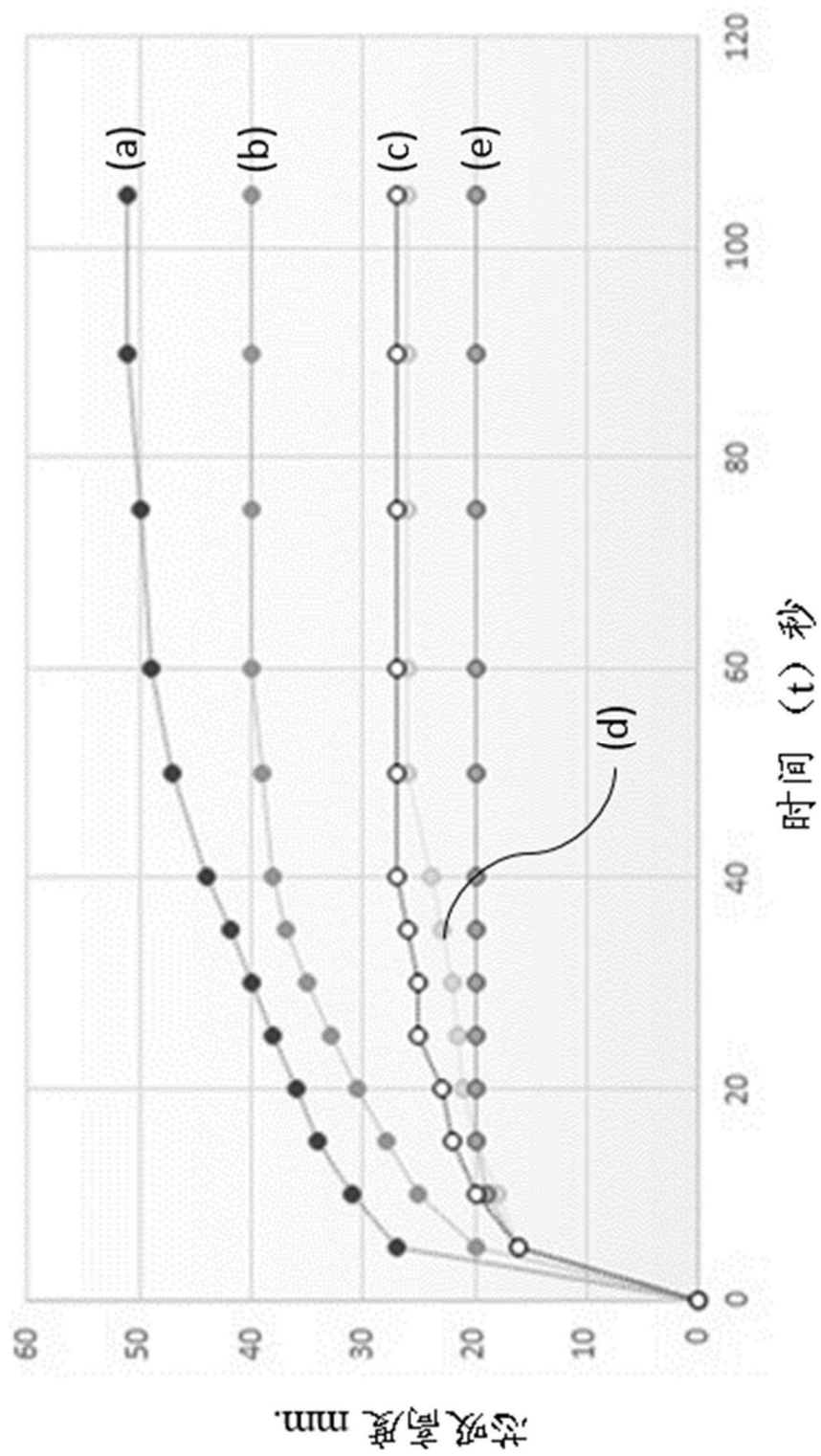


图2

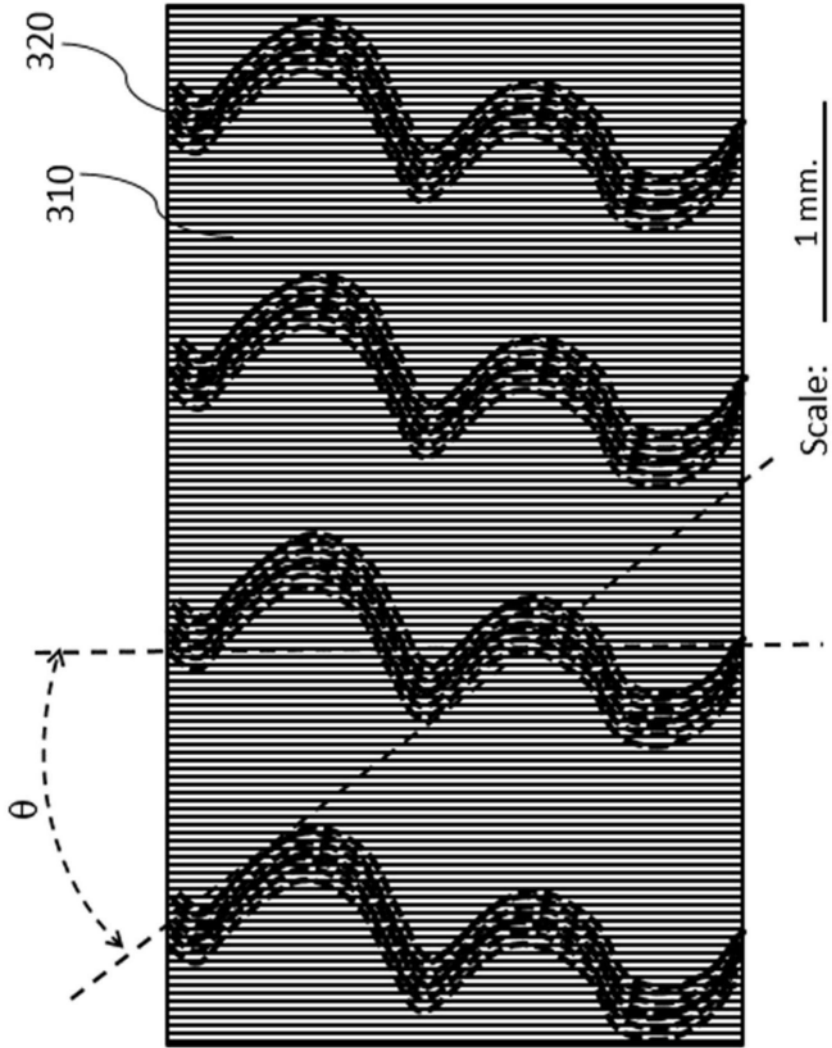


图3

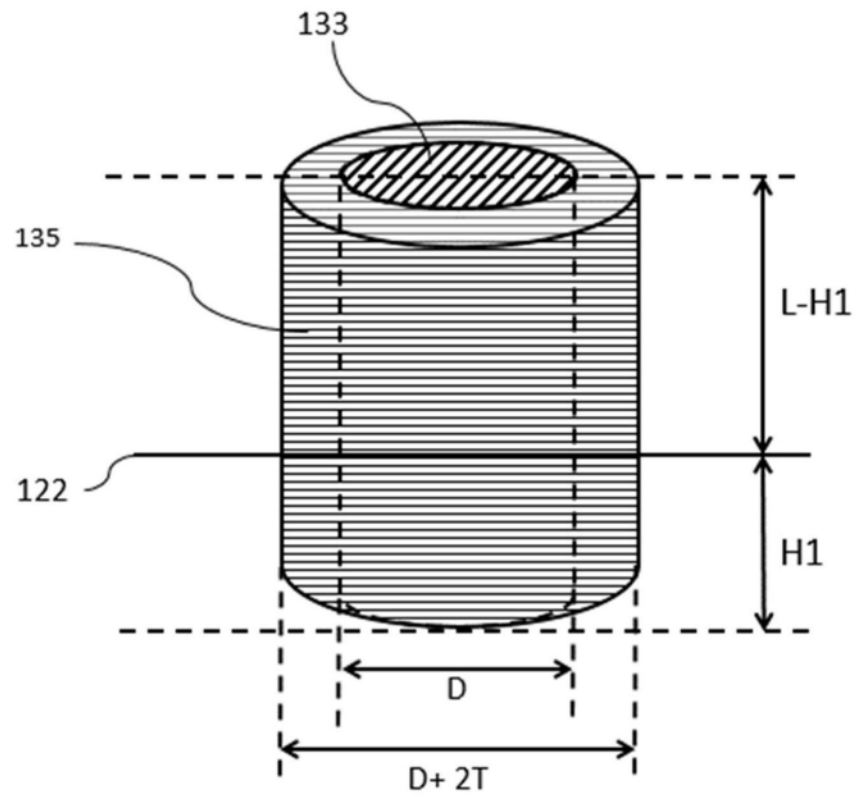


图4

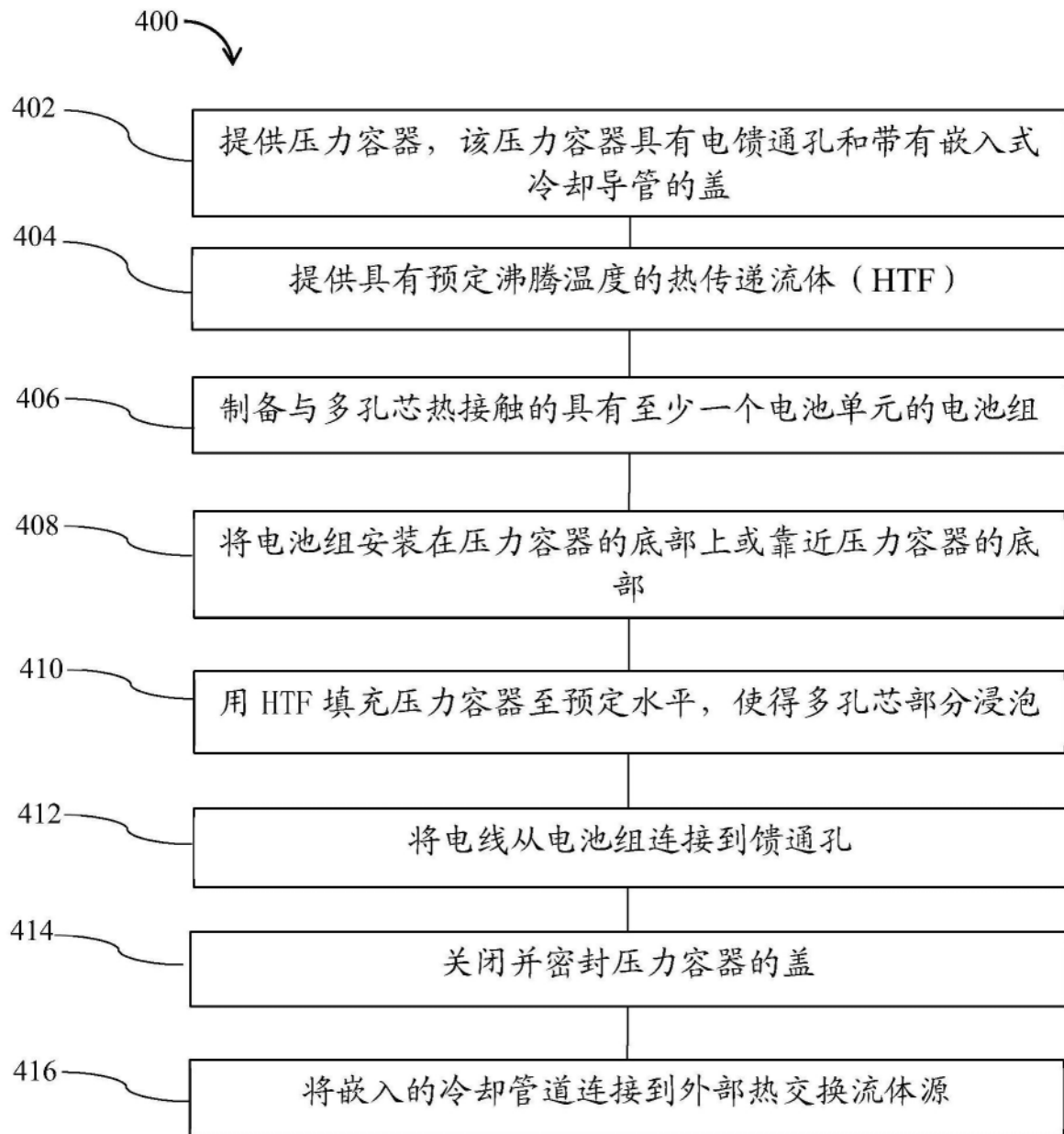


图5

1. 一种电池系统,包括:
压力容器,由可拆卸的盖密封;
至少一个电池组,在压力容器内,所述至少一个电池组包括纵向轴并且被配置为在预定温度范围内操作;以及
芯,至少部分地包围所述至少一个电池组并且与所述至少一个电池组热连通,
其中,芯由多孔材料制成,被配置为在被润湿时控制在基本上平行于纵向轴的方向上沿着芯的流体流动,以将所述至少一个电池组保持在预定温度范围内的温度处并且减小所述至少一个电池组内的温度变化。
2. 根据权利要求1所述的电池系统,还包括与芯吸垫热连通的电池管理子系统。
3. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,所述芯吸垫由多孔材料制成。
4. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,芯由选自聚酯、聚酰胺、聚丙烯、棉和粘胶组成的组中的至少一种材料组成。
5. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,所述至少一个电池组包括锂离子电池单元。
6. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,所述至少一个电池组包括具有圆柱形形状或棱柱形形状的电池单元。
7. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,预定温度范围为小于或等于35摄氏度。
8. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,盖的表面被配置成用于通过强制空气对流进行冷却。
9. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,盖被配置为用作散热器。
10. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,盖包括用于将冷却剂传输通过其的导管。
11. 根据权利要求10所述的电池系统,其中,导管被配置成与热交换流体源连通。
12. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,盖包括至少一个减压阀。
13. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,盖包括电馈通孔。
14. 根据权利要求1所述的电池系统,其中,压力容器的表面包括电馈通孔。
15. 根据权利要求1所述的电池系统,还包括在压力容器中延伸到预定高度的热传递流体,以便部分地浸泡芯。
16. 根据权利要求15所述的电池系统,其中,热传递流体是液相的并且具有预定沸点温度和预定蒸发热。
17. 根据权利要求16所述的电池系统,其中,预定蒸发热大于或等于每克热传递流体100焦耳。
18. 根据权利要求16所述的电池系统,其中,预定沸点温度在值上近似等于预定温度范围的最大值。
19. 根据权利要求15所述的电池系统,其中,热传递流体的体积在压力容器的内部体积的近似5%至近似30%之间。
20. 一种用于电池系统的蒸发冷却的方法,包括:
提供压力容器、在压力容器内的至少一个电池组、芯、电池管理子系统和芯吸垫;
将芯设置为与所述至少一个电池组热连通,并且将芯吸垫设置为与电池管理子系统热连通;
提供具有预定沸点温度和预定蒸发热的液相的热传递流体;

用热传递流体填充压力容器直到预定高度,从而将芯部分地浸泡在热传递流体中;以及
通过热传递流体的蒸发从所述至少一个电池组的表面散发热量。