



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111710935 A

(43) 申请公布日 2020.09.25

(21) 申请号 202010482575.7

G06F 119/08 (2020.01)

(22) 申请日 2020.05.29

(71) 申请人 重庆金康新能源汽车有限公司

地址 404100 重庆市江北区福生大道229号

(72) 发明人 不公告发明人

(74) 专利代理机构 北京市万慧达律师事务所

11111

代理人 段晓玲

(51) Int. Cl.

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/617 (2014.01)

H01M 10/63 (2014.01)

H01M 10/635 (2014.01)

G06F 30/20 (2020.01)

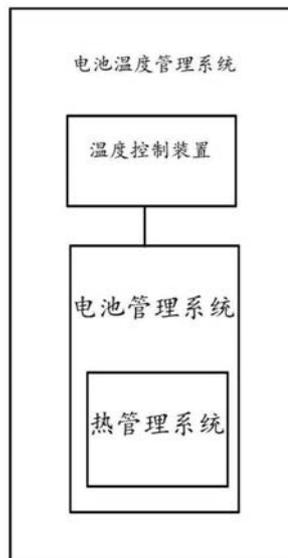
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

一种电池温度管理系统、方法及计算机系统

(57) 摘要

本发明公开了一种电池温度管理系统及方法、电池的电化学-热耦合模型的建模方法以及计算机系统,该系统包括:至少一个温度控制装置,温度控制装置与电池的多个部位中的至少一个部位对应,用于冷却和/或加热至少一个部位;与温度控制装置连接的至少包括热管理系统的电池管理系统,热管理系统用于确定至少一个部位对应的当前温度、电池的使用情况以及电池的当前环境温度;根据电池的使用情况以及电池的当前环境温度确定至少一个部位对应的理想温度;根据至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向温度控制装置发送冷却和/或加热至少一个部位的热控制指令。本发明通过将电池温度自动调节至理想温度,以产生最佳的性能和增加其使用寿命。



1. 一种电池温度管理系统,其特征在于,所述系统包括:

至少一个温度控制装置,所述温度控制装置与电池的多个部位中的至少一个部位对应,用于冷却和/或加热所述至少一个部位;

电池管理系统,所述电池管理系统至少包括热管理系统,所述电池管理系统与所述温度控制装置连接,所述热管理系统用于

确定所述至少一个部位对应的当前温度、所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度;

根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向所述温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令。

2. 根据权利要求1所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述电池的多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

3. 根据权利要求1所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间以及中心中的一个,所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

4. 根据权利要求1至3任一所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述温度控制装置至少包括:

一个加热元件,用于根据所述热控制指令对所述电池的多个部位中的至少一个部位进行加热;

一个冷却元件,用于根据所述热控制指令对所述电池的多个部位中的至少一个部位进行冷却。

5. 根据权利要求1至3任一所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述热管理系统包括热管理控制,所述热管理控制用于控制所述温度控制装置。

6. 根据权利要求2所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述温度控制装置包括:

第一温度控制装置,设置于所述电池的顶部,用于冷却和/或加热所述电池的顶部;和/或,

第二温度控制装置,设置于所述电池的底部,用于冷却和/或加热所述电池的底部;和/或,

第三温度控制装置以及第四温度控制装置,设置于所述电池的侧面,用于冷却和/或加热所述电池的中部。

7. 根据权利要求2所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述电池的多个部位对应的当前温度包括:

所述电池的顶部、底部以及中部对应的当前温度中的至少一个。

8. 根据权利要求3所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述电池的多个部位对应的当前温度包括:

所述电池的表面、中间以及中心对应的当前温度中的至少一个。

9. 根据权利要求1至3任一所述的电池温度管理系统,其特征在于,所述根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度包括:

根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度查询预先构建的热特性曲线，确定所述至少一个部位对应的理想温度，所述热特性曲线包括与所述电池至少一个部位对应的热特性曲线。

10. 根据权利要求1至3任一所述的电池温度管理系统，其特征在于，所述电池包括锂离子电池。

11. 一种电池温度管理方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

热管理系统确定电池的多个部位中的至少一个部位对应的当前温度、电池的使用情况以及电池的当前环境温度；

所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度；

所述热管理系统根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令；

所述温度控制装置根据所述热控制指令对所述至少一个部位进行加热和/或冷却，以将所述至少一个部位的温度调至对应的理想温度。

12. 根据权利要求11所述的电池温度管理方法，其特征在于，所述电池多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

13. 根据权利要求11所述的电池温度管理方法，其特征在于，所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间、和中心中的一个，所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

14. 根据权利要求12所述的电池温度管理方法，其特征在于，所述温度控制装置包括：

第一温度控制装置，设置于所述电池的顶部，用于冷却和/或加热所述电池的顶部；和/或，

第二温度控制装置，设置于所述电池的底部，用于冷却和/或加热所述电池的底部；和/或，

第三温度控制装置以及第四温度控制装置，设置于所述电池的侧面，用于冷却和/或加热所述电池的中部。

15. 根据权利要求11至13任一所述的电池温度管理方法，其特征在于，所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度：

所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度查询预先构建的热特性曲线，确定所述至少一个部位对应的理想温度。

16. 一种电池的电化学-热耦合模型的建模方法，其特征在于，所述方法包括：

将预先构建的电池的热模型以及电化学模型进行耦合，获取所述电池的电化学-热耦合模型，其中，所述热模型根据电池的多个部位建立。

17. 根据权利要求16所述的电池的电化学-热耦合模型的建模方法，其特征在于，所述电池的多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

18. 根据权利要求16所述的电池的电化学-热耦合模型的建模方法，其特征在于，所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间以及中心中的一个，所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

19. 一种计算机系统,其特征在于,所述系统包括:

一个或多个处理器;

以及与所述一个或多个处理器关联的存储器,所述存储器用于存储程序指令,所述程序指令在被所述一个或多个处理器读取执行时,执行如下操作:

热管理系统确定电池的多个部位中的至少一个部位对应的当前温度、电池的使用情况以及电池的当前环境温度;

所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

所述热管理系统根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令;

所述温度控制装置根据所述热控制指令对所述至少一个部位进行加热和/或冷却,以将所述至少一个部位的温度调至对应的理想温度。

一种电池温度管理系统、方法及计算机系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电池管理技术领域,特别涉及一种电池温度管理系统及方法、电池的电化学-热耦合模型的建模方法以及计算机系统。

背景技术

[0002] 锂离子电池因其能量密度高、工作电压高、自放电率低等特点,被广泛应用于储能应用和为电动汽车提供动力以及应用于诸如笔记本电脑、手机等个人电子设备中。然而,每次充电的续航里程、充电时间、成本、安全性,以及最重要的寿命,仍然是锂离子电池面临的严峻挑战,特别是在需要长期行驶和更高的使用寿命(10-15年)的电动汽车的应用中。

[0003] 固体电解质界面(SEI)和锂镀的增长被认为是主要的引起电池单元容量衰减和内阻增加以及导致电池寿命缩短的退化模式。SEI是由于不必要的反应而在活性粒子表面形成的一层钝化层。锂(Li)镀是一种锂离子在SEI层下面的阳极活性粒子表面被还原为金属锂的阴极反应。当电池单元发生松弛效应或放电时,部分金属锂会被剥离,以及金属锂中的死锂,不能被氧化成 Li^+ ,这些将会导致了除电池单元容量衰减之外的安全问题(树晶生长)。锂镀和SEI生长都是由负极中的寄生(非期望的)反应引起的。这些反应的速率强烈地依赖于电池单元的循环条件和设计,并随充电速率的增加而增加。SEI生长和镀锂已被广泛研究,研究人员主要提出电解液添加剂来降低不必要的反应的速率。然而,应用于最先进的电动汽车技术的新一代锂离子电池必然会有更高的充电速率,这将导致电池单元高速率的产生热量,从而导致安全问题。

[0004] 不同的电动汽车采用不同的冷却系统来释放电池经历快速充电产生的热量。大多数冷却系统设计采用了单独只对电池的顶部、底部或中部加热和/或冷却的设计,主要考虑安全问题,以保持温度低于电池允许的最高温度,而并未考虑到电池单元的退化和寿命。然而,电池中非均匀的温度、电流密度、局部SOC和锂镀,所有这些都导致电池单元的非均匀的退化以及影响电池单元的寿命。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术的问题,本发明实施例提供了一种电池温度管理系统及方法、电池的电化学-热耦合模型的建模方法以及计算机系统,以克服现有技术中单独只对电池的顶部、底部或中部加热和/或冷却的设计,不能避免电池在充放电过程中的非均匀的温度、电流密度、局部SOC和锂镀等现象,导致电池单元的非均匀的退化以及影响电池单元的寿命等问题。

[0006] 为解决上述一个或多个技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0007] 一方面,提供了一种电池温度管理系统,该系统包括:

[0008] 至少一个温度控制装置,所述温度控制装置与电池的多个部位中的至少一个部位对应,用于冷却和/或加热所述至少一个部位;

[0009] 电池管理系统,所述电池管理系统至少包括热管理系统,所述电池管理系统与所

述温度控制装置连接,所述热管理系统用于

[0010] 确定所述至少一个部位对应的当前温度、所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度;

[0011] 根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

[0012] 根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向所述温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令。

[0013] 进一步的,所述电池的多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

[0014] 进一步的,所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间以及中心中的一个,所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

[0015] 进一步的,所述温度控制装置至少包括:

[0016] 一个加热元件,用于根据所述热控制指令对所述电池的多个部位中的至少一个部位进行加热;

[0017] 一个冷却元件,用于根据所述热控制指令对所述电池的多个部位中的至少一个部位进行冷却。

[0018] 进一步的,所述热管理系统包括热管理控制,所述热管理控制用于控制所述温度控制装置。

[0019] 进一步的,所述温度控制装置包括:

[0020] 第一温度控制装置,设置于所述电池的顶部,用于冷却和/或加热所述电池的顶部;和/或,

[0021] 第二温度控制装置,设置于所述电池的底部,用于冷却和/或加热所述电池的底部;和/或,

[0022] 第三温度控制装置以及第四温度控制装置,设置于所述电池的侧面,用于冷却和/或加热所述电池的中部。

[0023] 进一步的,所述电池的多个部位对应的当前温度包括:

[0024] 所述电池的顶部、底部以及中部对应的当前温度中的至少一个。

[0025] 进一步的,所述电池的多个部位对应的当前温度包括:

[0026] 所述电池的表面、中间以及中心对应的当前温度中的至少一个。

[0027] 进一步的,所述根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度包括:

[0028] 根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度查询预先构建的热特性曲线,确定所述至少一个部位对应的理想温度,所述热特性曲线包括与所述电池至少一个部位对应的热特性曲线。

[0029] 进一步的,所述电池包括锂离子电池。

[0030] 第二方面,提供了一种电池温度管理方法,所述方法包括如下步骤:

[0031] 热管理系统确定电池的多个部位中的至少一个部位对应的当前温度、电池的使用情况以及电池的当前环境温度;

[0032] 所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

[0033] 所述热管理系统根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令；

[0034] 所述温度控制装置根据所述热控制指令对所述至少一个部位进行加热和/或冷却,以将所述至少一个部位的温度调至对应的理想温度。

[0035] 进一步的,所述电池多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

[0036] 进一步的,所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间、和中心中的一个,所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

[0037] 进一步的,所述温度控制装置包括:

[0038] 第一温度控制装置,设置于所述电池的顶部,用于冷却和/或加热所述电池的顶部;和/或,

[0039] 第二温度控制装置,设置于所述电池的底部,用于冷却和/或加热所述电池的底部;和/或,

[0040] 第三温度控制装置以及第四温度控制装置,设置于所述电池的侧面,用于冷却和/或加热所述电池的中部。

[0041] 进一步的,所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度:

[0042] 所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度查询预先构建的热特性曲线,确定所述至少一个部位对应的理想温度。

[0043] 第三方面,提供了一种电池的电化学-热耦合模型的建模方法,所述方法包括:

[0044] 将预先构建的电池的热模型以及电化学模型进行耦合,获取所述电池的电化学-热耦合模型,其中,所述热模型根据电池的多个部位建立。

[0045] 进一步的,所述电池多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

[0046] 进一步的,所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间以及中心中的一个,所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

[0047] 第四方面,提供了一种计算机系统,所述系统包括:

[0048] 一个或多个处理器;

[0049] 以及与所述一个或多个处理器关联的存储器,所述存储器用于存储程序指令,所述程序指令在被所述一个或多个处理器读取执行时,执行如下操作:

[0050] 热管理系统确定电池的多个部位中的至少一个部位对应的当前温度、电池的使用情况以及电池的当前环境温度;

[0051] 所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

[0052] 所述热管理系统根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令;

[0053] 所述温度控制装置根据所述热控制指令对所述至少一个部位进行加热和/或冷却,以将所述至少一个部位的温度调至对应的理想温度。

[0054] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0055] 本发明实施例提供的电池温度管理系统及方法、电池的电化学-热耦合模型的建模方法以及计算机系统,包括至少一个温度控制装置,所述温度控制装置与电池的多个部

位中的至少一个部位对应,用于冷却和/或加热所述至少一个部位;电池管理系统,所述电池管理系统至少包括热管理系统,所述电池管理系统与所述温度控制装置连接,所述热管理系统用于确定所述至少一个部位对应的当前温度、所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度;根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向所述温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令;通过将电池温度自动调节至理想温度,避免电池在充放电过程中出现的非均匀的温度、电流密度、局部SOC和锂镀等现象,避免电池单元的非均匀的退化,以及避免影响电池单元的寿命。

附图说明

[0056] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0057] 图1是一示例性的电池管理系统的框图;

[0058] 图2是一示例性用于控制电池温度的热管理系统的框图;

[0059] 图3是一示例性冷却电池的示意图;

[0060] 图4是示例性的三个不同区域和建模方法的示意图;

[0061] 图5是根据一示例性实施例示出的电池温度管理系统的结构示意图;

[0062] 图6是根据一示例性实施例示出的电池温度管理方法的示意图;

[0063] 图7是一个示例性的计算机系统的框图。

具体实施方式

[0064] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0065] 实施例一

[0066] 如背景技术所述,现有技术中通常采用单独只对电池的顶部、底部或中部加热和/或冷却的设计,不能避免电池在充放电过程中出现非均匀的温度、非均匀的电流密度、非均匀的局部SOC和非均匀的锂镀等现象,导致电池单元的非均匀的退化以及影响电池单元的寿命等问题。为解决上述技术问题,以锂电池为例,本申请提出了一种电池温度管理系统,包括至少一个温度控制装置以及与之连接的电池管理系统。其中,电池管理系统至少包括电池的热管理系统(TMS),通过自动调节锂电池的温度以使锂电池产生最佳的性能和增加其使用寿命。具体实施时,该热管理系统可以确定锂电池的当前环境温度,通过控制温度控制装置对电池的不同部分进行冷却和/或加热,并根据电池的使用情况和当前环境温度将电池温度调至理想温度。该温度控制装置可应用于锂电池的多个部分,如电池的顶部、底部和中部等。作为一种较优的实施方式,电池管理系统可以与热管理系统(TMS)通信,以控制电池的热特性。在某些情况下,用于控制电池温度的温度控制装置的配置文件可以基于电

池热建模技术。

[0067] 本申请包括电池冷却系统(如温度控制装置)的建模技术和将模型的结果应用于优化电池系统的实时冷却。特别地,采用不同热管理系统(TMS)设计的一个或多个电池包被建模,以确定对于特定的热管理系统(TMS)和电池组合的最佳的锂镀(即最小锂镀),其中,电池包可以包括若干个电池单元。结果由电池管理系统存储和访问,可以被实时访问以确定对于某一特定电池单元部分施加或释放的热量水平,如电池单元z方向(指电池的两极连线方向)的顶部、中部或底部,或者电池单元r方向(指电池的径向方向)的表面、中间或中心。可以利用对电池单元的特定部分进行加热和/或冷却,以优化电池的性能,减少锂镀,从而提高电池单元的性能。

[0068] 不同的电动汽车采用不同的冷却系统来释放电池经历快速充电产生的热量。然而,大多数冷却系统设计主要考虑安全问题,以保持温度低于允许的最高温度,而不是电池单元的退化和寿命。在某些情况下,本申请利用一个将电化学模型和热模型连接的模型来模拟不同的冷却系统。利用该模型,可以预测出锂镀量、非均匀温度、非均匀锂镀、非均匀电流密度和电压,从而最大限度地提高电池单元的健康、性能和使用寿命。对电池单元健康有害的非均匀性能(温度、局部剩余电量、局部电流密度、锂镀)应加以预防。

[0069] 图1是一示例性的电池管理系统的框图。图1中的电池供电系统110包括电池112和电池管理系统(BMS) 114。电池供电系统110可以包括使用电池的系统或产品。电池供电系统110包括电动汽车、手机、电脑或其他需要电能的设备。

[0070] 电池管理系统(BMS)可以通过硬件和/或软件来实现控制和监控电池112。电池管理系统(BMS) 114可以包括热管理系统116。在某些情况下,电池管理系统(BMS) 114可以通过热管理系统116分析和控制电池112的热特性。在某些情况下,热管理系统116可以与电池管理系统(BMS) 114通信,并可以执行全部或部分电池热分析和控制。在某些情况下,热管理系统116可以执行电池管理系统(BMS) 114提供的热控制指令,例如冷却或加热电池112的顶部、底部或侧面。

[0071] 电池112可以包括与制造商、型号、类型、批次和其他参数相关的锂离子电池。虽然本申请是关于锂离子电池的讨论,但具体的电池类型只是为了举例,并不打算限制。这里讨论的电池112的热性能的分析和控制可以应用于不同的电池类型,任何涉及的特定的电池材料,如锂,仅供讨论之用。

[0072] 尽管已以单个的装置来说明,应该理解的是,热管理系统可以利用不同的组件来加热和冷却电池的一部分。例如,温度控制装置可以包括一个加热元件和一个冷却元件用于分别加热和冷却电池的顶部部分。

[0073] 图2是一示例性用于控制电池温度的热管理系统的框图。热管理系统116包括热管理控制210和第一温度控制装置220、第二温度控制装置230、第三温度控制装置240和第四温度控制装置250。热管理控制210可单独控制各温度控制装置,以对电池的一部分进行加热或冷却。如图2所示,第一温度控制装置220可以实现控制加热或冷却电池的顶部,第二温度控制装置可以加热或冷却电池的底部,第三温度控制装置240和第四温度控制装置250可以加热或冷却电池的一个或多个侧面和/或中间。每个温度控制装置都可以对电池的一部分进行加热或散热(如冷却),对于特定的电池,可以使用多于或少于四个加热和冷却装置。

[0074] 出于优化工作和安全考虑,热管理系统(TMS)用于控制电池的热特性。例如,在炎热的天气下快速充电时,热管理系统(TMS)可以利用温度控制装置来消除电池单元产生的额外热量,以避免热量流失和爆炸。在某些情况下,在寒冷的天气下快速充电时,热管理系统(TMS)可以给电池单元增加热量,使电池充电到剩余电量(SOC)的80%且不会造成严重的损害和退化(例如在高速率和低温下的锂镀)。

[0075] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,可以在必要设置多个TMS设计释放和增加热量。本申请从非均匀性能、最高温度和镀锂量三个方面对三种设计方案进行了比较。

[0076] 在某些情况下,热管理系统可用于从电池单元底部、对称的从电池单元的顶部和底部,以及从电池的侧面释放或增加热量。单独只对电池的顶部、底部或中部加热和/或冷却的设计有一些优点和缺点,但与锂镀量以及非均匀性锂镀有关的选择方法有重要的优点。

[0077] 在某些情况下,模拟电池热管理有助于了解具有不同冷却系统设计的电池单元在不同条件下的性能。这一知识可用于TMS设计,并为所有受冷却系统设计影响的因素中提供指导。

[0078] 图3是一示例性冷却电池的示意图。图3所示的热管理下的电池可以包括顶部和底部不同部分的热释放导致不同的非均匀性。在某些情况下,一个电池的顶部320可能有一个顶部温度 T_{top} ,中部330可能有一个中部温度 T_{mid} ,以及底部340有一个底部温度 T_{bot} 。顶部320释放的热量310可能占了电池单元释放热量的全部或部分,例如总放热量的0%、25%、50%或100%。电池底部释放的热量350也可能占了电池释放热量的全部或部分,例如总放热量的100%、75%、50%或0%。

[0079] 同样的,一个圆柱形的电池单元370在离电池的中心的不同半径上可能有不同的温度。例如,圆柱形电池的中心可能有一个第一温度 T_{center} ,圆柱形电池的中心和表面之间的点可能有一个温度 T_{middle} ,圆柱形电池的表面可能有一个温度 $T_{surface}$ 。实现冷却圆柱形电池的侧面的系统(360,380)冷却圆柱形电池的表面和中间的效果将比冷却圆柱形电池的中心的效果好。

[0080] 在某些情况下,可以开发一个电化学模型,例如使用COMSOL Multiphysics 5.4或其他一些合适的语言和/或平台,几个偏微分方程用于电荷和扩散物质平衡的固体和电解质相同时求解。此外,可以将一维热模型与电化学模型进行耦合,以预测具有不同TMS设计的电池的温度。

[0081] 对于底部冷却和底部-顶部对称的冷却,可以考虑沿电池单元高度的z方向(电池的两极方向)设置一维热模型。对于侧面冷却设计,可以考虑沿着电池单元半径的r方向设置热模型。发生在活性粒子的表面的电化学反应用巴特勒-沃尔默方程表示。

[0082] 不同冷却系统设计的热模型的公式如下所示:

[0083] 底部冷却热模型的公式:

$$[0084] \quad \rho C_p \frac{\partial T(t, z)}{\partial t} = K_1 \frac{\partial^2 T(t, z)}{\partial z^2} + q_1$$

$$[0085] \quad \frac{\partial T(t, 0)}{\partial z} = 0$$

$$[0086] \quad -K_1 \frac{\partial T(t, Z_0)}{\partial Z} = Q_{\text{release}}$$

$$[0087] \quad T(0, z) = T_{\text{Bottom}}$$

[0088] 侧面冷却热模型的公式：

$$[0089] \quad \rho C_p \frac{\partial T(t, r)}{\partial t} = \frac{K_2}{r} \frac{\partial T(t, r)}{\partial r} + K_2 \frac{\partial^2 T(t, r)}{\partial r^2} + q_1$$

$$[0090] \quad \frac{\partial T(t, 0)}{\partial r} = 0$$

$$[0091] \quad -K_2 \frac{\partial T(t, R_0)}{\partial r} = Q_{\text{release}}$$

$$[0092] \quad T(0, r) = T_{\text{Center}}$$

[0093] 其中, ρ 为电池密度, C_p 为电池平均比热容, K_1 为电池两极方向导热系数, K_2 为电池径向导热系数, q_1 为电池产热速率, z 表示电池某点在电池两极方向的位置坐标, r 表示电池某点在电池径向的位置坐标, Z_0 表示在电池两极方向的底部位置坐标(该值等于电池高度), R_0 在电池径向的表面位置坐标(该值等于电池半径), $T(t, z)$ 以及 $T(t, r)$ 表示位置与时间相关的温度函数。

[0094] 锂镀被认为是一种平衡电位为零的电化学反应。当锂镀在电池单元(例如在充电时的高SOC内开始时, 锂镀和插层电流之间存在的竞争可以通过模型进行评估, 并且可以通过不同的模型参数进行改变。模型的保真度通过预测不同电池单元工作时的实验数据进行验证。

[0095] 对于非均匀性模型, 考虑穿过电池单元的三个区域: 底部和对称底部冷却系统设计考虑底部、中间和顶部, 以及侧面冷却系统设计考虑中心、中间和表面。为了建立这个系统的模型, 考虑使用一个由三个相互并联的电池单元组成的系统来模拟共用同一集电器的电池单元的三个区域。

[0096] 图4是示例性的三个不同区域和建模方法的示意图。根据欧姆定律 $V=IR$, 并知道并联电池单元的电压相等, 电阻越小的区域电流越大。由于电池单元的电阻可以是高非线性的, 因此可以对电阻进行多次评估, 以获得更准确的结果。为此, 采用控制模型根据区域电阻控制三区域电流密度, 其中, 这里的三区域包括电池的顶部520、中部530以及底部540, 且顶部520可能有一个顶部温度 T_{top} , 中部530可能有一个中部温度 T_{mid} , 以及底部540有一个底部温度 T_{bot} 。区域电阻(或电压)可以通过三个并联连接的电化学模型来计算, 这里通过三个并联的电池570来模拟。该模型的结果显示了非均匀的温度、电流密度、局部SOC 和锂镀, 所有这些都导致了非均匀的退化, 而这是本申请在管理电池单元充电和电池单元的热管理和控制时所避免的。

[0097] 本申请同样适用于预测具有不同TMS设计的电池在不同条件下的循环性能。不同工作条件与电池单元性能的关系是电池包设计、开发和优化的重要依据。例如, 本申请可以模拟以及实现电池冷却以优化TMS的设计, 从而提高性能, 减少锂镀和退化。

[0098] 锂镀的实验研究非常具有挑战性。例如, 很难监测负极中锂离子趋于电镀的位置。此外, 很难测量不同的充电条件下的镀锂量。然而, 在充电电池发生松弛效应和放电过程中, 电压平台信号(称为混合电位)与充电过程中金属锂的剥离有关; 因此, 能够估算出镀锂

量。本申请有效地利用内部开发的ECT模型来了解TMS设计在电池单元快速充电过程中对镀锂量和非均匀性能的影响。在某些情况下,对称的底部-顶部冷却策略对在电池单元快速充电时优化镀锂和非均匀性能是理想的,因为相比于侧面冷却和底部冷却设计,该方式的非均匀是最小的。因此,电池包设计可以利用TMS设计,通过最小化电池单元在快速充电条件下的镀锂和非均匀性能来延长电池寿命。

[0099] 以往对镀锂进行了实验研究,但仅仅通过实验很难了解TMS设计对多重充电条件下镀锂量和非均匀镀锂的影响。数学模型可以预测电池单元内不同区域的循环性能和锂金属量。这一预测有助于TMS的设计优化,其中除安全问题外,镀锂和非均匀性也是重要因素

[0100] 评估镀锂最常用的方法是研究在快速充电状态下静止或放电时观测到的混合电位。该技术最初用于镀锂检测,后来也用于镀锂量的定量分析。然而,仅通过实验来研究TMS设计对非均匀镀锂性能的影响是非常困难的。在某些情况下,TMS设计的优化是通过最小化锂金属沉积和非均匀性的计算方法来实现的。

[0101] 实施例二

[0102] 对应上述实施例,本申请提供了电池温度管理系统,如图5所示,所述系统包括:

[0103] 至少一个温度控制装置,所述温度控制装置与电池的多个部位中的至少一个部位对应,用于冷却和/或加热所述至少一个部位;

[0104] 电池管理系统,所述电池管理系统至少包括热管理系统,所述电池管理系统与所述温度控制装置连接,所述热管理系统用于

[0105] 确定所述至少一个部位对应的当前温度、所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度;

[0106] 根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

[0107] 根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向所述温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令。

[0108] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

[0109] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间以及中心中的一个,所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

[0110] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述温度控制装置至少包括:

[0111] 一个加热元件,用于根据所述热控制指令对所述电池的多个部位中的至少一个部位进行加热;

[0112] 一个冷却元件,用于根据所述热控制指令对所述电池的多个部位中的至少一个部位进行冷却。

[0113] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述热管理系统包括热管理控制,所述热管理控制用于控制所述温度控制装置。

[0114] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述温度控制装置包括:

[0115] 第一温度控制装置,设置于所述电池的顶部,用于冷却和/或加热所述电池的顶部;和/或,

[0116] 第二温度控制装置,设置于所述电池的底部,用于冷却和/或加热所述电池的底部;和/或,

[0117] 第三温度控制装置以及第四温度控制装置,设置于所述电池的侧面,用于冷却和/或加热所述电池的中部。

[0118] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池的多个部位对应的当前温度包括:

[0119] 所述电池的顶部、底部以及中部对应的当前温度中的至少一个。

[0120] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池的多个部位对应的当前温度包括:

[0121] 所述电池的表面、中间以及中心对应的当前温度中的至少一个。

[0122] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度包括:

[0123] 根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度查询预先构建的热特性曲线,确定所述至少一个部位对应的理想温度,所述热特性曲线包括与所述电池至少一个部位对应的热特性曲线。

[0124] 具体的,本发明实施例中,会预先为所述电池构建一热特性曲线,该热特性曲线包括与所述电池至少一个部位对应的热特性曲线。作为一种示例,可以根据预设的环境温度以及电流倍率,对该电池进行恒流充放电测试,获取该电池在放电情况下的热特性曲线。具体实施时,将电池置于预设的环境温度中,采用预设的电流倍率进行放电,然后记录该电池的至少一个部位在放电过程中的温度变化。

[0125] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池包括锂离子电池。

[0126] 实施例三

[0127] 对应上述方法实施例,如图6所示,本申请提供了一种电池温度管理方法,所述方法包括:

[0128] 热管理系统确定电池的多个部位中的至少一个部位对应的当前温度、电池的使用情况以及电池的当前环境温度;

[0129] 所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

[0130] 所述热管理系统根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令;

[0131] 所述温度控制装置根据所述热控制指令对所述至少一个部位进行加热和/或冷却,以将所述至少一个部位的温度调至对应的理想温度。

[0132] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

[0133] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池的多个部位至少包括电池的表面、中间、和中心中的一个,所述电池的中间包括所述电池的表面至所述电池的中心之间的任一部分。

[0134] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述温度控制装置包括:

[0135] 第一温度控制装置220,设置于所述电池的顶部,用于冷却和/或加热所述电池的

顶部;和/或,

[0136] 第二温度控制装置230,设置于所述电池的底部,用于冷却和/或加热所述电池的底部;和/或,

[0137] 第三温度控制装置240以及第四温度控制装置250,设置于所述电池的侧面,用于冷却和/或加热所述电池的中部。

[0138] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

[0139] 所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度查询预先构建的热特性曲线,确定所述至少一个部位对应的理想温度。

[0140] 实施例四

[0141] 对应上述方法实施例,本申请提供了一种电池的电化学-热耦合模型的建模方法,所述方法包括:

[0142] 将预先构建的电池的热模型以及电化学模型进行耦合,获取所述电池的电化学-热耦合模型,其中,所述热模型根据电池的多个部位建立。

[0143] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

[0144] 作为一种较优的实施方式,本发明实施例中,所述电池多个部位至少包括电池的顶部、底部以及中部中的一个。

[0145] 实施例五

[0146] 图7是一个示例性的计算机系统的框图。图7中的系统600可以在至少部分由电池供电的系统这样的环境中实现,因为电池供电的系统可以由一个到多个进程执行存储在存储器中代码,以实现本文讨论的功能。

[0147] 图7中的计算系统600包括一个或多个处理器610和存储器620。主存储器 620部分存储了处理器610执行的指令和数据。主存储器610可以存储运行时的可执行代码。图7中的系统600还包括一个大容量存储设备630、便携式存储介质驱动器(s) 640、输出设备650、用户输入设备660、一个图形显示设备670和外围设备680。其中,所述程序指令在被所述一个或多个处理器读取执行时,执行如下操作:

[0148] 热管理系统确定电池的多个部位中的至少一个部位对应的当前温度、电池的使用情况以及电池的当前环境温度;

[0149] 所述热管理系统根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;

[0150] 所述热管理系统根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令;

[0151] 所述温度控制装置根据所述热控制指令对所述至少一个部位进行加热和/或冷却,以将所述至少一个部位的温度调至对应的理想温度。

[0152] 图7中显示的组件被描述为通过单个总线690进行连接。但是,组件可以通过一个或多个数据传输方式连接。例如,处理器单元610和主存储器620可以通过本地微处理器总线连接,而大容量存储设备630、外围设备680、便携式或远程存储设备640和显示系统670可以通过一个或多个输入/输出(I/O)总线连接。

[0153] 大容量存储设备630是一种可以与磁盘驱动器、光盘驱动器、闪存驱动器或其他存储类型一起实现,用于存储供处理器单元610使用的数据和指令的非易失性存储设备。大容量存储设备630可存储用于实现本申请实施例的系统软件,以便将该软件加载到主存储器620中。

[0154] 便携式存储设备640与便携式非易失性存储介质(如光盘、USB驱动器、外置硬盘、数字视频盘、磁盘、闪存等)一起工作,向图7中的计算机系统600输入和输出数据和代码。本发明实施例的系统软件可以存储在诸如便携式介质上,并通过便携式存储设备640输入到计算机系统600。

[0155] 输入设备660提供用户界面的一部分。输入设备660可以包括一个字母数字键盘,如键盘,用于输入字母数字和其他信息,一个指向设备、如鼠标、轨迹球、手写笔或光标方向键,一个触摸屏显示接收的触摸输入,一个麦克风接收音频输入,一个或多个摄像机用于捕捉手势输入。另外,如图7所示的系统600包括输出设备650。合适的输出设备包括扬声器、打印机、网络接口、图像投影机和监视器。

[0156] 显示系统670可包括液晶显示(LCD)、LED显示或其他合适的显示设备。显示系统670接收文本和图形信息,并处理这些信息以输出到显示设备。在某些情况下,显示系统670内的显示器也可作为输入设备操作,如关于输入设备660所述。

[0157] 外围设备680可以包括任何类型的计算机支持设备,以添加额外的功能到计算机系统。例如,外围设备680可包括调制解调器或路由器、扬声器或其他外围设备。

[0158] 在实现移动设备(如智能手机或平板电脑)时,图7中的计算机系统600可以包括一个或多个天线、无线电和其他电路690,用于通过无线信号进行通信,例如使用Wi-Fi、蜂窝网络或其他无线信号进行通信。

[0159] 图7中的计算机系统600所包含的组件包括个人计算机、手持计算设备、电话、移动计算设备、工作站、服务器、微型计算机、主机计算机、平板计算机、智能设备(e.g,物联网或物联网设备),或任何其他计算设备。计算机还可以包括不同的总线配置、网络平台、多处理器平台等。可以使用各种操作系统,包括Unix、Linux、Windows、apple OS、Android和其他合适的操作系统,包括移动版本。

[0160] 虽然本专利文件包含许多细节,但这些细节不应被解释为对任何发明或可能要求的范围的限制,而应被解释为对特定发明的特定实施方式的特定特征的描述。本专利文件在单独实施例的上下文中所述的某些特性也可以组合在单个实施例中实现。相反,在单个实施例的上下文中描述的各种特征也可以分别在多个实施例中或在任何合适的子组合中实现。此外,尽管上述特征可能被描述为作用在特定的组合,甚至最初声张,例如一个声张的组合中的一个或多个特征在某些情况下可以从组合中去除,以及声张的组合可以定向为子组合或子组合的变体。

[0161] 同样地,虽然图中以特定的顺序描述操作,但不应将此理解为要求按所示的特定顺序或排列的顺序执行此类操作,或要求执行所示的所有操作,以获得理想的结果。此外,不应将本专利文件中描述的各实施例中各系统组件的分离理解为要求在所有实施例中进行该分离

[0162] 本文只描述了几个实现和示例,其他实现、增强和变化可以基于本专利文档中描述和说明的内容进行。

[0163] 综上所述,本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0164] 本发明实施例提供的电池温度管理系统及方法、电池的电化学-热耦合模型的建模方法以及计算机系统,包括至少一个温度控制装置,所述温度控制装置与电池的多个部位中的至少一个部位对应,用于冷却和/或加热所述至少一个部位;电池管理系统,所述电池管理系统至少包括热管理系统,所述电池管理系统与所述温度控制装置连接,所述热管理系统用于确定所述至少一个部位对应的当前温度、所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度;根据所述电池的使用情况以及所述电池的当前环境温度确定所述至少一个部位对应的理想温度;根据所述至少一个部位对应的当前温度以及理想温度向所述温度控制装置发送冷却和/或加热所述至少一个部位的热控制指令;通过将电池温度自动调节至理想温度,避免电池在充放电过程中出现的非均匀的温度、电流密度、局部SOC和锂镀等现象,避免电池单元的非均匀的退化,以及避免影响电池单元的寿命。

[0165] 需要说明的是:上述实施例提供的电池温度管理系统在触发温度管理业务时,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将系统的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。另外,上述实施例提供的电池温度管理系统与电池温度管理方法实施例属于同一构思,即该系统是基于该电池温度管理方法的,其具体实现过程详见方法实施例,这里不再赘述。

[0166] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0167] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

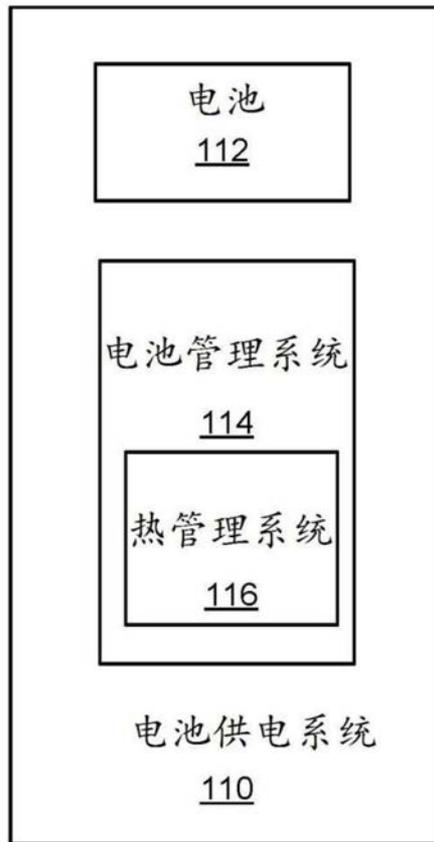


图1

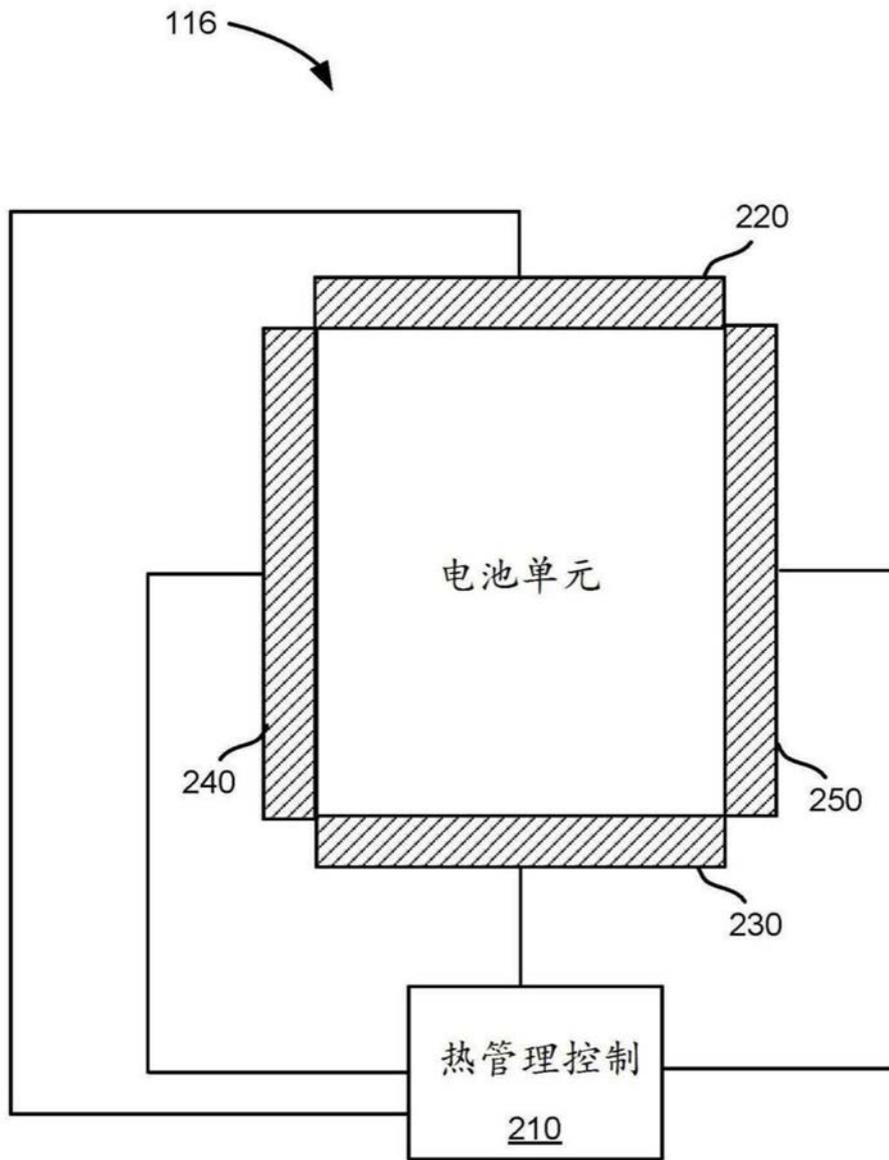


图2

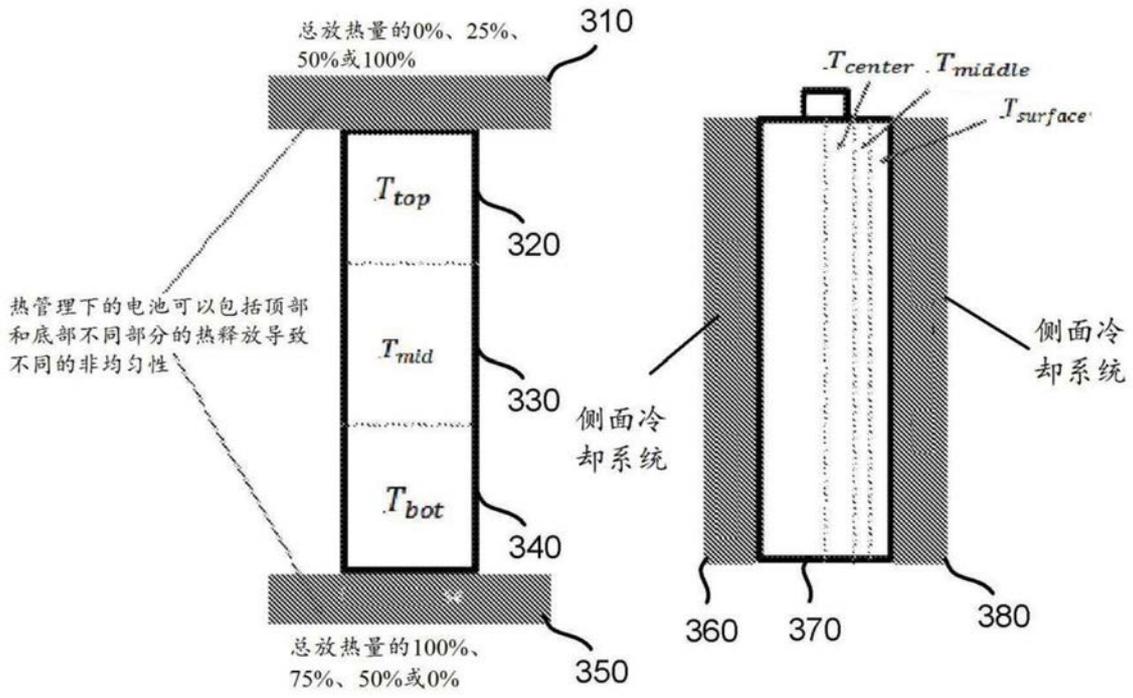


图3

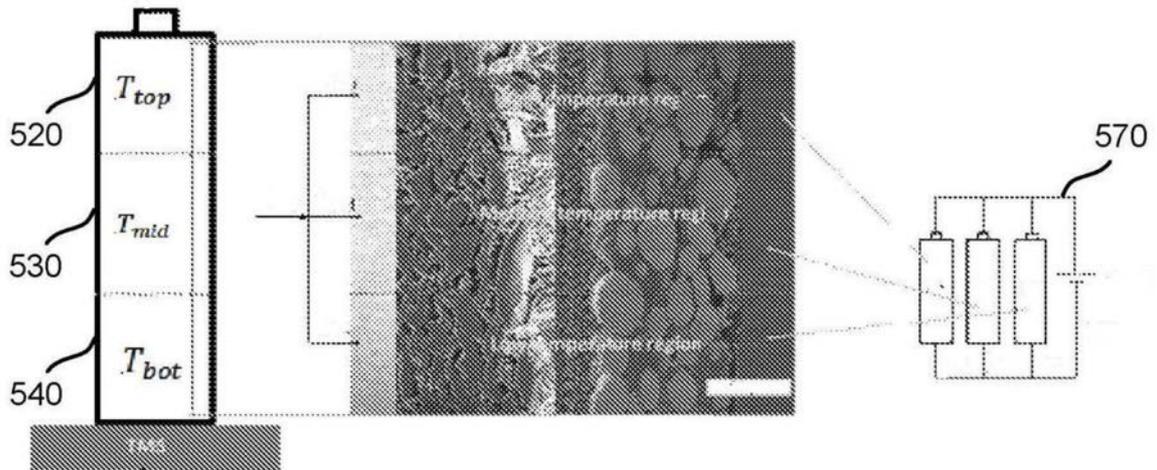


图4

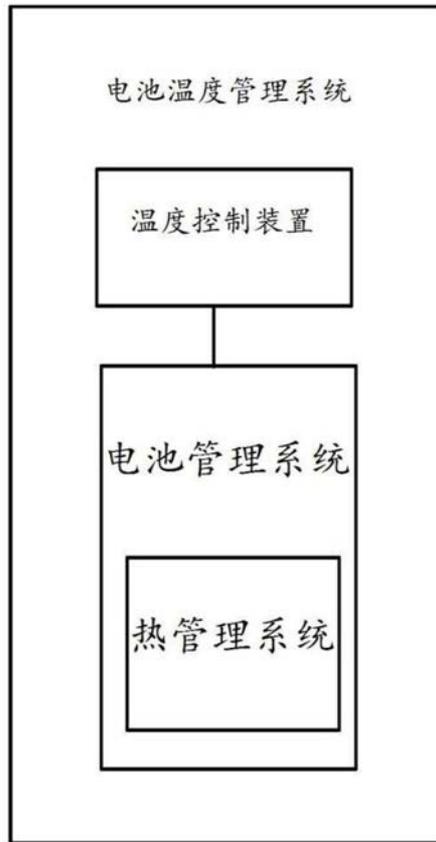


图5

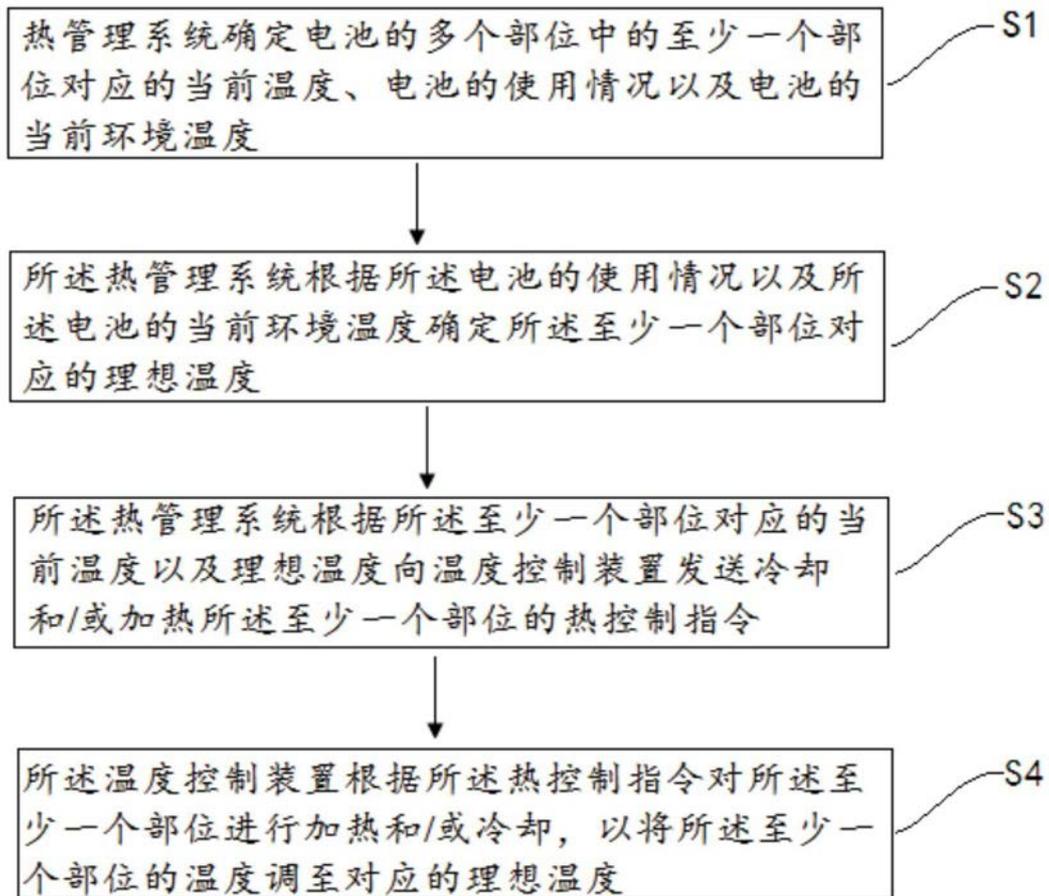


图6

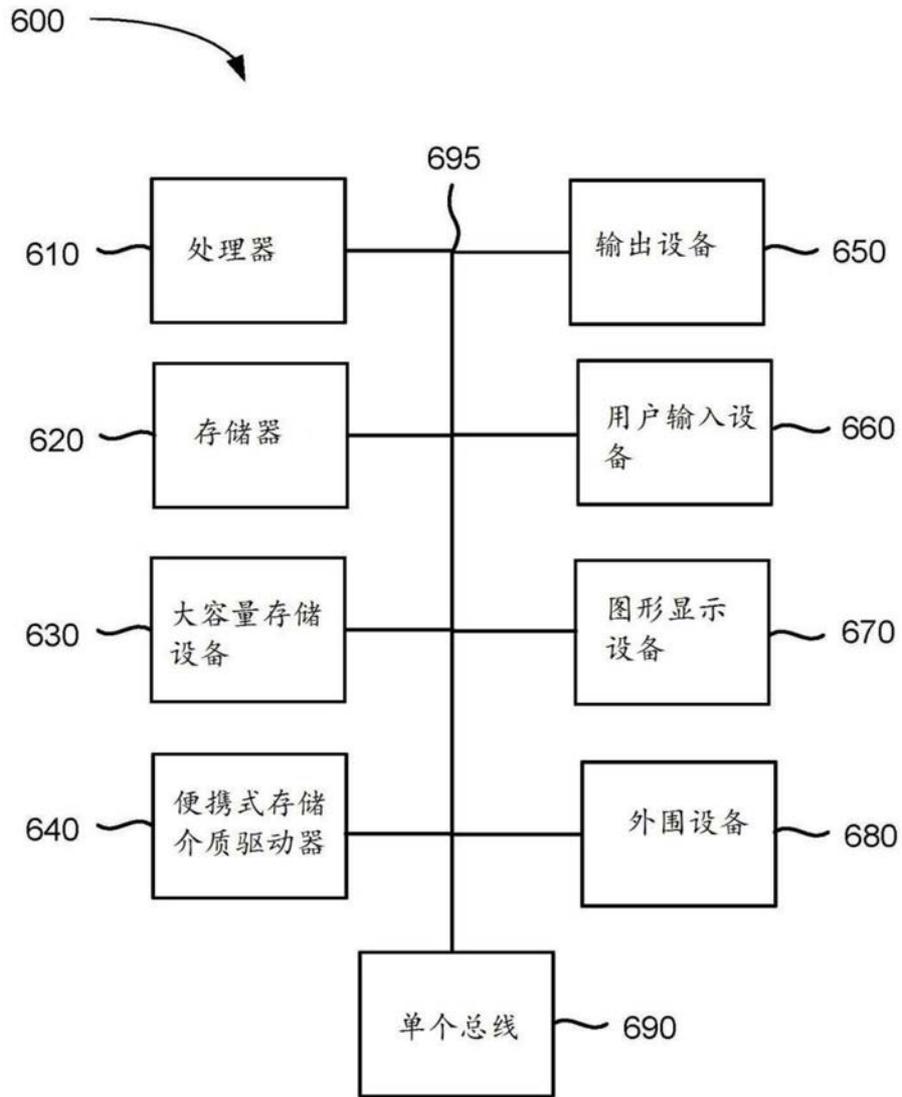


图7