



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113594635 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 02

(21) 申请号 202010763172.X

H01M 10/42 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.01

B60L 50/64 (2019.01)

(66) 本国优先权数据

202010368378.2 2020.04.30 CN

(71) 申请人 宁德时代新能源科技股份有限公司

地址 352100 福建省宁德市蕉城区漳湾镇
新港路2号

(72) 发明人 梁成都 胡霞 叶永煌 刘倩

李全国 李伟

(51) Int. Cl.

H01M 50/509 (2021.01)

H01M 50/51 (2021.01)

H01M 50/258 (2021.01)

H01M 50/249 (2021.01)

H01M 10/04 (2006.01)

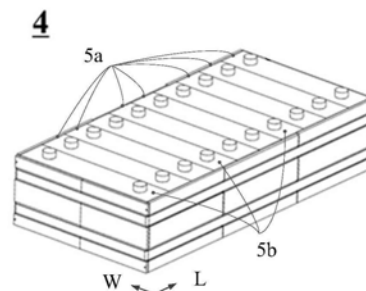
权利要求书2页 说明书17页 附图3页

(54) 发明名称

电池模组及其制造方法和设备、电池包及装置

(57) 摘要

本申请涉及电池模组及其制造方法和设备、电池包及装置,本申请的电池模组包括串联的第一类电芯和第二类电芯;所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系: $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$,且 $C_1 < C_2$,其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。本申请的电池模组,通过对容量不同的电芯的化学体系进行合理组配,保证电池模组具有良好的安全性和稳定性的同时,还可以实现在充放电过程中不同容量的电芯均具有高能量输出特性,从而提高电池模组的能量密度。



1. 一种电池模组, 其特征在于, 包括串联的第一类电芯和第二类电芯;

所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系:

$1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$, 且 $C_1 < C_2$,

其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

2. 根据权利要求1所述的电池模组, 其特征在于, $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.20$; 可选的, $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.18$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的电池模组, 其特征在于, 所述第一类电芯的充电电池平衡率记为 N_1 且满足 $0.9 \leq N_1 \leq 1.3$; 可选的, $0.95 \leq N_1 \leq 1.2$; 和/或,

所述第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 且满足 $0.8 \leq N_2 \leq 1.25$; 可选的, $0.9 \leq N_2 \leq 1.18$ 。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的电池模组, 其特征在于, $C_2/C_1 \leq 1.2$; 可选地, $C_2/C_1 \leq 1.1$; 进一步可选地, $C_2/C_1 \leq 1.05$ 。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的电池模组, 其特征在于, 所述第一类电芯至少满足以下条件之一:

(1) 所述第一类电芯的负极极片单位面积活性物质质量 WA_1 为 $60 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_1 \leq 170 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 可选的, $80 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_1 \leq 130 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 进一步可选的, $90 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_1 \leq 120 \mu\text{g}/\text{mm}^2$;

(2) 所述第一类电芯的负极极片充电扣电克容量 BA_1 为 $320 \text{mAh}/\text{g} \leq BA_1 \leq 380 \text{mAh}/\text{g}$;

(3) 所述第一类电芯的正极极片单位面积活性物质质量 WC_1 为 $120 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_1 \leq 280 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 可选的, $160 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_1 \leq 210 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 进一步可选的, $163 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_1 \leq 208 \mu\text{g}/\text{mm}^2$;

(4) 所述第一类电芯的正极极片充电扣电克容量 BC_1 为 $100 \text{mAh}/\text{g} \leq BC_1 \leq 230 \text{mAh}/\text{g}$; 可选的, $125 \text{mAh}/\text{g} \leq BC_1 \leq 200 \text{mAh}/\text{g}$; 进一步可选的, $150 \text{mAh}/\text{g} \leq BC_1 \leq 190 \text{mAh}/\text{g}$ 。

6. 根据权利要求1-4任一项所述的电池模组, 其特征在于, 所述第二类电芯至少满足以下条件之一:

(1) 所述第二类电芯的负极极片单位面积活性物质质量 WA_2 为 $60 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_2 \leq 170 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 可选的, $65 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_2 \leq 120 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 进一步可选的, $85 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_2 \leq 110 \mu\text{g}/\text{mm}^2$;

(2) 所述第二类电芯的负极极片充电扣电克容量 BA_2 为 $320 \text{mAh}/\text{g} \leq BA_2 \leq 380 \text{mAh}/\text{g}$;

(3) 所述第二类电芯的正极极片单位面积活性物质质量 WC_2 为 $120 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_2 \leq 280 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 可选的, $190 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_2 \leq 210 \mu\text{g}/\text{mm}^2$; 进一步可选的, $195 \mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_2 \leq 208 \mu\text{g}/\text{mm}^2$;

(4) 所述第二类电芯的正极极片充电扣电克容量 BC_2 为 $100 \text{mAh}/\text{g} \leq BC_2 \leq 230 \text{mAh}/\text{g}$ 。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的电池模组, 其特征在于, 在所述电池模组中, 所述第一类电芯的个数为 n_1 , 所述第二类电芯的个数为 n_2 , n_1 和 n_2 为自然数, 且 n_1 和 n_2 至少满足以下条件之一:

(1) $0.01 \leq n_1/n_2 \leq 100$; 可选地, $0.1 \leq n_1/n_2 \leq 10$;

(2) $10\% \leq n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2) \leq 60\%$ 。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的电池模组, 其特征在于, 所述第一类电芯和所述第二类电芯为不同化学体系的电芯, 所述化学体系以所述电芯的正极活性物质的组分进行划分;

可选的, 所述第一类电芯与所述第二类电芯的化学体系分别独立的选自锂镍钴锰体系、磷酸铁锂体系、磷酸钒铁锂体系、磷酸钒锂体系、钴酸锂体系、镍酸锂体系、富锂锰体系、锂镍钴铝体系和锰酸锂体系中的一种;

进一步可选的,所述第一类电芯的化学体系为锂镍钴锰氧化物体系、钴酸锂体系、镍酸锂体系、富锂锰基体系、锂镍钴铝体系和锰酸锂体系中的一种;和/或,所述第二类电芯的化学体系为磷酸铁锂体系、磷酸钒铁锂体系或磷酸钒锂体系中的一种。

9. 一种电池包,包括权利要求1-8任一项所述的电池模组。

10. 一种装置,包括权利要求1-8任一项所述的电池模组或权利要求9所述的电池包,所述电池模组或所述电池包用于为所述装置提供电源和/或用于所述装置的能量存储单元。

11. 一种电池模组的制造方法,其特征在于,包括如下步骤:

获取第一类电芯和第二类电芯;

将所述第一类电芯和所述第二类电芯串联连接形成所述电池模组;

所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系:

$$1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25, \text{ 且 } C_1 < C_2,$$

其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

12. 根据权利要求11所述的制造方法,其特征在于,

获取所述第一类电芯和所述第二类电芯包括:获取 n_1 个所述第一类电芯和 n_2 个所述第二类电芯,其中, n_1 和 n_2 为自然数;可选的, $0.01 \leq n_1/n_2 \leq 100$;可选地, $0.1 \leq n_1/n_2 \leq 10$;进一步可选地, $10\% \leq n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2) \leq 60\%$ 。

13. 一种电池模组的制造设备,其特征在于,

所述设备包括一个处理器,

所述处理器用于控制夹臂,获取第一类电芯和所述第二类电芯;

所述处理器还用于控制组装部件,将所述第一类电芯和所述第二类电芯串联连接形成所述电池模组;

所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系:

$$1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25, \text{ 且 } C_1 < C_2,$$

其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

电池模组及其制造方法和设备、电池包及装置

技术领域

[0001] 本申请属于电池技术领域，具体涉及一种电池模组及其制造方法和设备、电池包及装置。

背景技术

[0002] 锂离子电池(也称锂电池)是一种清洁能源和可再生资源，在手持工具、小型电子终端产品和新能源汽车等领域应用广泛，作为驱动电源或能力存储单元。不同应用场景通常对锂电池的性能要求会不同。例如，用于新能源汽车的动力锂离子电池，尽可能高的工作电压以及能量密度，直接决定了新能源汽车的续航能力、充电性能、加速性能以及安全性能等。

[0003] 锂离子电池作为动力驱动电源或大容量存储单元，需要将多个电池单体(即电芯)进行串/并联得到电池组(或电池包)。因此，如何保障在长期使用过程中，电池组(或电池包)中多个电芯之间充放电一致性、实现电池模组的高能量输出特性的同时，还兼具良好的安全性能，成为锂离子电池研究领域亟待解决的课题之一。

发明内容

[0004] 锂离子电池作为动力驱动电源或大容量存储单元，需要将多个电池单体(即电芯)进行串/并联得到电池组(或电池包)。然而，由于生产制造过程中工艺的波动性，电芯的实际充放电性能参数与初始设计参数存在一定差异，这种差异在长期充放电过程中会被逐渐放大，容易引发同一个电池模组(或电池包)中多个电芯的充放电特性不一致。与此同时，同一个电池模组(或电池包)中，初始设计参数差异不大的电芯当处于车辆或储能系统的不同位置时，在长期充放电过程中，由于所处环境温度、外力等条件并不一致，电芯的容量衰减特性也可能存在较大差异。

[0005] 本申请人发现：为了提高电池模组的能量输出，往往需要在充放电过程中多个电池单体同时实现满充满放，因此，当电池组(或电池包)中电池单体间的电池充放电特性设计不匹配时，由于电池组的充/放电过程遵循“木桶效应”，部分电池单体容易被过充过放，导致该部分电池单体易发生析锂，从而引发安全风险。但倘若为了避免引发安全风险，以充放电性能“短板”的电池单体作为电池模组的充放电上下限，则对电池模组(或电池包)的能量输出性能造成较大影响。

[0006] 因此，本申请提供了一种电池模组，包括第一类电芯和第二类电芯，

[0007] 所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系：

[0008] $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ ，且 $C_1 < C_2$ ，

[0009] 其中， N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率； C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

[0010] 本申请中，通过将第一类电芯和第二类电芯的容量、充放电特性进行组配，有效解决了含有多个不同电池设计参数电芯的电池组在能够保证电池模组的安全性能、大大降低

电池模组的析锂风险的前提下,保证充放电过程中多个不同电池设计参数的电芯均具有高能量输出特性。

[0011] 本申请还提供了一种电池包,包括本申请的电池模组,所述电池组在保证良好的安全性能的前提下,同时还兼具较高的能量输出特征。

[0012] 本申请还提供了一种装置,包括本申请的电池模组或电池包,所述电池模组或所述电池包用于为所述装置提供电源和/或用于所述装置的能量存储单元。

[0013] 本申请还提供了一种电池模组的制造方法,包括如下步骤:

[0014] 获取第一类电芯和第二类电芯;

[0015] 将所述第一类电芯和所述第二类电芯串联连接形成所述电池模组;

[0016] 所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系:

[0017] $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$, 且 $C_1 < C_2$,

[0018] 其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

[0019] 本申请中,通过对电芯及其连接方式进行均衡组配,提高了电池模组的安全性和稳定性,同时保证电池模组具有较高的能量输出特性,有效降低了不同电池设计参数的电芯组成的电池组在充放电过程中的析锂风险。

[0020] 本申请还提供了一种电池模组的制造设备,所述设备包括一个处理器,

[0021] 所述处理器用于控制夹臂,获取第一类电芯和所述第二类电芯;

[0022] 所述处理器还用于控制组装部件,将所述第一类电芯和所述第二类电芯串联连接形成所述电池模组;

[0023] 所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系:

[0024] $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$, 且 $C_1 < C_2$,

[0025] 其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

[0026] 本申请中,通过由包含上述机构的制造设备,可以保证制备出的电池模组的兼具良好的安全性和稳定性以及较高的能量输出特性,降低了不同电池设计参数的电芯组配的电池组的析锂风险。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,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。

[0028] 图1是第一类电芯或第二类电芯的一实施方式的示意图。

[0029] 图2是图1的分解图。

[0030] 图3是电池模组的一实施方式的示意图。

[0031] 图4是电池包的一实施方式的示意图。

[0032] 图5是图4的分解图。

[0033] 图6是电池包用作电源的装置的一实施方式的示意图。

[0034] 其中,附图标记说明如下:

- [0035] 1 电池包
- [0036] 2 上箱体
- [0037] 3 下箱体
- [0038] 4 电池模组
- [0039] 5 电芯

具体实施方式

[0040] 为了使本申请的发明目的、技术方案和有益技术效果更加清晰，以下结合实施例对本申请进行进一步详细说明。应当理解的是，本说明书中描述的实施例仅仅是为了解释本申请，并非为了限定本申请。

[0041] 为了简便，本文仅明确地公开了一些数值范围。然而，任意下限可以与任何上限组合形成未明确记载的范围；以及任意下限可以与其它下限组合形成未明确记载的范围，同样任意上限可以与任意其它上限组合形成未明确记载的范围。此外，尽管未明确记载，但是范围端点间的每个点或单个数值都包含在该范围内。因而，每个点或单个数值可以作为自身的下限或上限与任意其它点或单个数值组合或与其它下限或上限组合形成未明确记载的范围。

[0042] 在本文的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“以上”、“以下”为包含本数，“一种或几种”中“几种”的含义是两种或两种以上。

[0043] 本申请的上述发明内容并不意欲描述本申请中的每个公开的实施方式或每种实现方式。如下描述更具体地举例说明示例性实施方式。在整篇申请中的多处，通过一系列实施例提供了指导，这些实施例可以以各种组合形式使用。在各个实例中，列举仅作为代表性组，不应解释为穷举。

[0044] 本申请提出的技术方案是：

[0045] 第一方面，本申请提出了一种电池模组，包括串联的第一类电芯和第二类电芯；

[0046] 所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系：

[0047] $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ ，且 $C_1 < C_2$ ，

[0048] 其中， N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率； C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

[0049] 电芯

[0050] 本申请中，“电芯”是指能够独立进行充放电的电池单体。本申请对电芯的形状没有特别的限制，其可以是圆柱形、方形或其他任意的形状。如图1是作为一个示例的方形结构的电芯5。

[0051] 在一些实施例中，电芯可包括外包装，用于封装正极极片、负极极片和电解质。

[0052] 在一些实施例中，电芯的外包装可以是软包，例如袋式软包。软包的材质可以是塑料，如可包括聚丙烯PP、聚对苯二甲酸丁二醇酯PBT、聚丁二酸丁二醇酯PBS等中的一种或几种。电芯的外包装也可以是硬壳，例如硬塑料壳、铝壳、钢壳等。

[0053] 在一些实施例中，参照图2，外包装可包括壳体51和盖板53。其中，壳体51可包括底板和连接于底板上的侧板，底板和侧板围合形成容纳腔。壳体51具有与容纳腔连通的开口，盖板53能够盖设于所述开口，以封闭所述容纳腔。

[0054] 正极极片、负极极片和隔离膜可经叠片或卷绕形成叠片结构电极组件或卷绕结构电极组件52。电极组件52封装于所述容纳腔。电解质可采用电解液,电解液浸润于电极组件52中。

[0055] 电芯5所含电极组件52的数量可以为一个或几个,可根据需求来调节。

[0056] 在本申请中,电芯的容量为本领域公知的含义,可以采用常规方法进行测试。作为示例的,可以通过如下方法进行测试:在室温条件(25℃)下,以0.33C倍率恒流、在GBT认证文件中所规定的工作电压区间内进行充/放电,测得电芯的放电容量,记为本申请所述的电芯的容量,其中,充/放电倍率为充/放电电流与电芯额定容量的比值,上述额定容量以该电芯、或该电芯所属电池模组或该电芯所属电池包的GBT认证文件中所认定的容量为准。具体的,电芯的容量的测试流程如下:1)先将电芯满放,以0.33C恒流充电至上限截止电压,恒压充电至电流 $<0.05C$;2)暂停10min;3)再0.33C恒流放电至下限截止电压,将测得电芯的放电容量记为本申请所述的电芯的容量。

[0057] 本申请中,第一类电芯与第二类电芯是依据电芯的容量进行划分的。按照上述电芯容量的测试方法,测定电池模组中每个电芯的容量,将电芯容量偏差均不大于1.5%的划分为一类电芯,在该类电芯中,取每个电芯的容量,求平均值,记为该电芯的容量。当电池模组中存在两类以上的电芯时,将容量均值较小的一类电芯定义为第一类电芯,容量均值较大的一类电芯定义为第二类电芯。本领域技术人员可以理解,只要满足 $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$,且具有不同容量的电芯串联得到的电池模组,均在本申请的保护范围内。

[0058] 本申请中,“串联的第一类电芯和第二类电芯”是指:至少一个所述第一类电芯与至少一个所述第二类电芯以串联的方式电连接。也就是说,当至少第一类电芯与至少一个第二类电芯串联即在本申请的定义范围内,对其他第一类电芯与其他第二类电芯之间的连接关系不作限定,对第一类电芯之间的连接关系以及第二类电芯之间的连接关系也不作限定。

[0059] 本领域技术人员公知地,电芯的充电电池平衡率N是指电芯中负极极片单位面积充电容量与正极极片单位面积充电容量的比值。在本申请中,充电电池平衡率体现的是电芯充/放电过程中,电芯内的活性锂的量与可嵌入/脱出空位的相对量。例如,在锂离子二次电池中,当对电芯充电时,电芯中的锂离子从正极脱出并嵌入到负极中,如果正极的锂离子刚好完全嵌入到负极的所有空位,记为 $N=1$;如果正极中的锂离子不能完全充满负极的所有空位,则 $N>1$;如果负极的空位不能完全容纳所有的锂离子,则 $N<1$ 。

[0060] 理论上, $N=1$ 时,负极中的空位刚好可以容纳所有的锂离子。 $N>1$ 时,电芯负极中将会有一部分空位不能得到有效利用,但是又会增加电芯的体积和重量,降低电芯质量能量密度和体积能量密度。 $N<1$ 时,负极空位不能完全容纳所有的锂离子,放电时锂离子会在负极以锂枝晶的形式析出,造成锂离子的损失,锂枝晶的生长可能会刺穿隔膜,导致正负极短路,从而影响电池的循环寿命,并存在电芯失效风险。但是,锂离子电池在首次化成以及后续的循环充/放电过程中,锂离子在正负极之间要经历反复的嵌入和脱出。由于在电芯的充/放电过程中,SEI膜不停的形成-分解-再形成,会不可避免产生锂离子不可逆的损失。因此为了保证电池模组中各类电芯同步具有较高的能量输出特性及良好的安全性能,需要对各类电芯的化学体系进行调整。

[0061] 发明人经研究发现,当电池模组中具有不同容量的第一类电芯和第二类电芯以串

联的方式电连接时,会对第一类电芯与第二类电芯进行同步充放电,容量较低的第一类电芯成为充放电过程的“短板”,当电池模组需达到较高的输出特性时,第一类电芯存在过充或过放的风险。在本申请中,发明人对与第一类电芯匹配使用的第二类电芯的充电电池平衡率(N_2)的范围提出了限定,即容量均值较高的第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 满足: $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ 。将容量较高的第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 在上述范围内时,既可以避免由于第二类电芯中锂离子过量,而引发第一类电芯发生过放、引发锂枝晶析出,保证了电芯的安全性和稳定性,同时避免了第二类电芯的容量高出太多带来的电芯能量使用率低和成本高的问题。另外,由于电芯的合理选择,电芯正负极的空位与锂离子容量匹配合理,也避免了正负极空位过多导致的电池模组的重量和体积过大的问题。

[0062] 可选地, $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.20$ 。进一步可选地, $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.18$,或者 $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.01$ 。当第一类电芯与第二类电芯的容量以及充电电池平衡率在上述范围时,可以进一步降低电池模组的重量和体积,为电池模组在高能量密度方向的应用提供了更多可能性。

[0063] 在本申请的实施方案中,对第一类电芯与第二类电芯的容量之间的关系可以进一步限定,也就是说,所述第一类电芯的容量 C_1 与所述第二类电芯的容量 C_2 满足: $C_2/C_1 \leq 1.2$ 。尤其是,所述第一类电芯的容量 C_1 与所述第二类电芯的容量 C_2 满足: $C_2/C_1 \leq 1.1$ 。更进一步地, $C_2/C_1 \leq 1.05$ 。当所述第一类电芯的容量 C_1 与所述第二类电芯的容量 C_2 满足上述范围时,可以在保证提高电池模组能量密度和安全性能的前提下,减少由于第二类电芯的容量无法用尽而带来的损失。

[0064] 本申请中,电芯的正、负极极片单位面积活性物质质量以及电芯的正、负极极片充电扣电克容量是电芯化学体系设计的关键指标,直接决定了电芯的充电电池平衡率 N 的范围。本申请发明人依据公式: $N = WA \times BA / (WC \times BC)$,对第一类电芯以及第二类电芯的充电电池平衡率 N 进行调整。其中, WA 为电芯的负极极片单位面积活性物质质量,单位: $\mu\text{g}/\text{mm}^2$, BA 为电芯的负极极片充电扣电克容量,单位: mAh/g , WC 为电芯的正极极片单位面积活性物质质量,单位: $\mu\text{g}/\text{mm}^2$, BC 为电芯的正极极片充电扣电克容量,单位: mAh/g 。本申请中,通过调整电芯中正、负极极片单位面积活性物质质量以及正、负极极片充电扣电克容量中的一个或多个变量进行调整,可以实现第一类电芯与第二类电芯具有不同的充电电池平衡率,从而对第一类电芯与第二类电芯的电池充放电特性进行匹配。

[0065] 在本申请的一些实施方式中,第一类电芯的充电电池平衡率 N_1 为 $N_1 = WA_1 \times BA_1 / (WC_1 \times BC_1)$ 。其中, WA_1 为所述第一类电芯的负极极片单位面积活性物质质量、 BA_1 为所述第一类电芯的负极极片充电扣电克容量、 WC_1 为所述第一类电芯的正极极片单位面积活性物质质量、 BC_1 为所述第一类电芯的正极极片充电扣电克容量。

[0066] 可选的,所述第一类电芯满足至少以下条件之一:

[0067] (1) 所述第一类电芯的负极极片单位面积活性物质质量 WA_1 为 $60\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_1 \leq 170\mu\text{g}/\text{mm}^2$;可选的, $80\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_1 \leq 130\mu\text{g}/\text{mm}^2$;进一步可选的, $90\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_1 \leq 120\mu\text{g}/\text{mm}^2$;

[0068] (2) 所述第一类电芯的负极极片充电扣电克容量 BA_1 为 $320\text{mAh}/\text{g} \leq BA_1 \leq 380\text{mAh}/\text{g}$;

[0069] (3) 所述第一类电芯的正极极片单位面积活性物质质量 WC_1 为 $120\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_1 \leq 280\mu\text{g}/\text{mm}^2$;可选的, $160\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_1 \leq 210\mu\text{g}/\text{mm}^2$;进一步可选的, $163\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_1 \leq 208\mu\text{g}/\text{mm}^2$;

[0070] (4) 所述第一类电芯的正极极片充电扣电克容量 BC_1 为 $100\text{mAh/g} \leq BC_1 \leq 230\text{mAh/g}$; 可选的, $125\text{mAh/g} \leq BC_1 \leq 200\text{mAh/g}$; 进一步可选的, $150\text{mAh/g} \leq BC_1 \leq 190\text{mAh/g}$ 。

[0071] 进一步可选的, 所述第一类电芯同时满足上述条件(1)~(4)。本申请中, 当第一类电芯同时满足上述条件(1)~(4)时, 一方面可以保证极片制作时不易发生开裂, 提高电芯安全性能; 保证电芯质量能量密度和体积能量密度较高; 另一方面还可以控制锂离子传输路径, 保证电芯具有良好的功率性能、降低电芯实际使用时的温升。

[0072] 在本申请的一些实施方式中, 所述第一类电芯的充电电池平衡率 N_1 满足 $0.9 \leq N_1 \leq 1.3$; 可选的, $0.95 \leq N_1 \leq 1.2$ 。本申请中, 当第一类电芯的充电电池平衡率在上述范围内时, 可以进一步提高第一类电芯中正、负极活性物质的利用率, 有利于提高电芯的单体体积能量密度的同时保证电芯的单体析锂风险较低。

[0073] 在本申请的一些实施方式中, 第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 为 $N_2 = WA_2 \times BA_2 / (WC_2 \times BC_2)$ 。其中, WA_2 为所述第二类电芯的负极极片单位面积活性物质质量、 BA_2 为所述第二类电芯的负极极片充电扣电克容量、 WC_2 为所述第二类电芯的正极极片单位面积活性物质质量、 BC_2 为所述第二类电芯的正极极片充电扣电克容量。可选的, 所述第二类电芯满足至少以下条件之一:

[0074] (1) 所述第二类电芯的负极极片单位面积活性物质质量 WA_2 为 $60\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_2 \leq 170\mu\text{g}/\text{mm}^2$; 可选的, $65\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_2 \leq 120\mu\text{g}/\text{mm}^2$; 进一步可选的, $85\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WA_2 \leq 110\mu\text{g}/\text{mm}^2$;

[0075] (2) 所述第二类电芯的负极极片充电扣电克容量 BA_2 为 $320\text{mAh/g} \leq BA_2 \leq 380\text{mAh/g}$;

[0076] (3) 所述第二类电芯的正极极片单位面积活性物质质量 WC_2 为 $300\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_2 \leq 650\mu\text{g}/\text{mm}^2$; 可选的, $190\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_2 \leq 210\mu\text{g}/\text{mm}^2$; 进一步可选的, $195\mu\text{g}/\text{mm}^2 \leq WC_2 \leq 208\mu\text{g}/\text{mm}^2$;

[0077] (4) 所述第二类电芯的正极极片充电扣电克容量 BC_2 为 $100\text{mAh/g} \leq BC_2 \leq 230\text{mAh/g}$ 。

[0078] 进一步可选的, 所述第二类电芯同时满足上述条件(1)~(4)。本申请中, 当第二类电芯同时满足上述条件(1)~(4)时, 一方面可以保证极片制作时不易发生开裂, 提高电芯安全性能; 同时保证电芯质量能量密度和体积能量密度较高; 另一方面还可以控制锂离子传输路径, 保证电芯具有良好的快充性能。

[0079] 在本申请的一些实施方式中, 所述第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 满足 $0.8 \leq N_2 \leq 1.25$; 可选的, $0.9 \leq N_2 \leq 1.18$ 。本申请中, 当第二类电芯的充电电池平衡率在上述范围内时, 可以进一步提高第二类电芯中正、负极活性物质的利用率, 有利于提高电芯的单体体积能量密度的同时保证电芯的单体析锂风险较低。

[0080] 在本申请的一些实施方式中, 对电池模组中的电芯的个数不作特别限定。电池模组中第一类电芯与第二类电芯的个数可以根据使用的需求进行调整, 从而可以对预期电池模组的性能作进一步优化。在所述电池模组中, 所述第一类电芯的个数为 n_1 , 所述第二类电芯的个数为 n_2 , n_1 和 n_2 为自然数, 且所述第一类电芯的个数 n_1 与所述第二类电芯的个数 n_2 可以满足: $0.01 \leq n_1/n_2 \leq 100$ 。可选的, $0.05 \leq n_1/n_2 \leq 80$, $0.08 \leq n_1/n_2 \leq 50$, $0.1 \leq n_1/n_2 \leq 20$, 或者 $0.1 \leq n_1/n_2 \leq 10$ 。

[0081] 在本申请的一些实施方式中, 在所述电池模组中, 所述第一类电芯的个数为 n_1 , 所述第二类电芯的个数为 n_2 , n_1 和 n_2 为自然数, 且第二类电芯的总容量占所述电池模组的总容量的10%-60%, 可选的为12%-50%。即: $10\% \leq n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2) \leq 60\%$; 可选的,

$12\% \leq n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2) \leq 50\%$ 。当第二类电芯的总容量占所述电池模组的总容量在上述范围内时,能够实现在不影响第一类电芯性能的前提下,尽可能多的发挥第二类电芯的功能,从而提高电池模组的综合性能。

[0082] 在本申请的一些实施方案中,所述第一类电芯与所述第二类电芯的化学体系的选择与常规的锂离子电池相同。可选的,所述第一类电芯与所述第二类电芯的化学体系分别独立的选自锂镍钴锰体系、磷酸铁锂体系、磷酸钒铁锂体系、磷酸钒锂体系、钴酸锂体系、镍酸锂体系、富锂锰体系、锂镍钴铝体系和锰酸锂体系中的一种。

[0083] 在本申请的一些实施方式中,所述第一类电芯的化学体系为锂镍钴锰体系、钴酸锂体系、镍酸锂体系、富锂锰基体系、锂镍钴铝体系和锰酸锂体系的一种。所述第二类电芯的化学体系为磷酸铁锂体系、磷酸钒铁锂体系或磷酸钒锂体系中的一种。本申请中,当所述第一类电芯和第二类电芯为不同化学体系的电芯时,由于不同种类正极活性物质的电芯其首次充放电的库伦效率、以及长期容量衰减趋势有所不同,将不同化学体系的电芯进行组配,可以在保证电池模组安全性能及能量密度发挥均较高的同时,还可以将不同类型的电芯之间实现优劣势互补,从而进一步优化电池模组的综合性能。

[0084] 可选的,第一类电芯可以为锂镍钴锰氧化物体系,第二类电芯可以选择磷酸铁锂体系。本申请中,电池模组中第一类电芯与第二类电芯的容量不同、且第二类电芯的电池充电电池平衡率设置在上述范围内的同时,选择第一类电芯为锂镍钴锰氧化物体系、第二类电芯为磷酸铁锂体系时,利用磷酸铁锂体系容量衰减较慢、长寿命的自身优势,可以减小电池模组处于循环寿命的中后期时不同电池设计的电芯间的实际容量差异偏差,延长电池模组的使用寿命。

[0085] 本领域技术人员可以理解,电芯的个体差异会导致不同电芯端电压不平衡,为了避免这种不平衡趋势的恶化,在电池模组使用前,需要提高电池模组的充电电压,对电池模组进行活化充电,以达到均衡电池模组中各个电芯特性,延长电芯寿命,提高能量利用率。例如可选底端均衡/顶端均衡、主动均衡/被动均衡的充/放电策略。本申请对均衡策略不作限定,对本申请的电池模组进行均衡策略后得到的电池模组,也在本申请的电池模组的定义范围内。

[0086] 图3示出作为一个示例的电池模组4。参照图3,在电池模组4中可包含多个第一类电池单体5a和多个第二类电池单体5b沿电池模组4的长度方向(例如L方向)排列设置。进一步可以通过紧固件将电池单元进行固定。

[0087] 可选地,电池模组4还可以包括具有容纳空间的外壳,多个电芯5容纳于该容纳空间。

[0088] 本申请中,电芯的容量、第一类电芯的容量、以及第二类电芯的容量为本领域公知的含义,可以依据前述方法进行测试。

[0089] 本申请中,极片的单位面积活性物质质量为本领域公知的含义,指的是单位面积上集流体单侧的活性物质层中的活性物质的质量,可采用本领域已知的方法测定。例如,取单面涂布且经冷压后的极片(若是双面涂布的极片,可先擦拭掉其中一面的活性物质层),冲切成面积为S1的小圆片;然后将上述极片表面的活性物质层用溶剂浸泡、从集流体表面全部剥离;对上述获得的活性物质反复冲洗,烘干、在500℃、空气气氛下进行烧结处理。最后,称取经烧结得到的剩余物质的质量,记为M。由此,极片的单位面积活性物质质量可以依

据公式计算得到：极片的单位面积活性物质质量= $M/S1$ 。

[0090] 本申请中，正极极片或负极极片的充电容量、充电扣电克容量为本领域公知的含义，可以采用常规方法进行测试。作为示例的，可以采用如下步骤进行测试：

[0091] (1) 极片取样要求如下：

[0092] 将电芯进行满放后进行拆解，取出正极极片、负极极片，用DMC溶液进行适当冲洗，烘干待用。正极极片取样位置为：选取距离边缘 $>15\text{mm}$ 的中部任意位置。负极极片取样位置为：选取所选正极极片正对位置的负极极片；且正极极片取样面积与负极极片取样面积相同；

[0093] (2) 以上述裁剪的正极极片、负极极片分别与锂片作为对电极，组装扣电半电池；

[0094] (3) 单位面积负极极片充电容量、负极极片充电扣电克容量：

[0095] 测试电压 $0.05\text{--}2.0\text{V}$ ，测试温度 25°C ，充/放电倍率 0.1C ，取平行样不少于10个，分别测试扣式半电池的充电容量，去掉最低以及最高值后取平均值，得到该面积下负极极片的充电容量；将上述测试得到的负极极片的充电容量除以负极极片的面积，即可以得到单位面积负极极片充电容量；

[0096] 负极极片充电扣电克容量=单位面积负极极片充电容量/单位面积负极极片的活性物质质量；

[0097] (4) 单位面积正极极片充电容量、正极极片充电扣电克容量：

[0098] 在取样电芯GBT认证文件所规定的工作电压区间内、 25°C 室温条件下，以 0.1C 充/放电，取平行样不少于10个，分别测试扣式电池的充电容量，去掉最低以及最高值后取平均值，得到该面积下正极极片的充电容量；将上述测试得到的正极极片的充电容量除以正极极片的面积，即可以得到单位面积正极极片充电容量；

[0099] 正极极片充电扣电克容量=单位面积正极极片充电容量/单位面积正极极片的活性物质质量。

[0100] 本申请中，电芯的充电电池平衡率为本领域公知的含义，可以采用常规方法进行测试。作为示例的，可采用如下测试方法：依照上述方法，分别测试单位面积负极极片充电容量、以及单位面积正极极片充电容量；然后根据公式：电芯充电电池平衡率=单位面积负极极片充电容量/单位面积正极极片充电容量，即可计算得到该电芯的充电电池平衡率。

[0101] 第二方面，本申请提出了一种电池包，包括上述的电池模组。

[0102] 在一些实施例中，上述电池模组还可以组装成电池包，电池包所含电池模组的数量可以根据电池包的应用和容量进行调节。

[0103] 图4和图5作为一个示例的电池包1。参照图4和图5，在电池包1中可以包括电池箱和设置于电池箱中的多个电池模组4。电池箱包括上箱体2和下箱体3，上箱体2能够盖设于下箱体3，并形成用于容纳电池模组4的封闭空间。多个电池模组4可以按照任意的方式排布于电池箱中。

[0104] 第三方面，本申请提出了一种装置，包括上述的电池模组，所述电池模组为所述装置的电源和/或能量存储单元。

[0105] 所述装置可以但不限于移动设备（例如手机、笔记本电脑等）、电动车辆（例如纯电动车、混合动力电动车、插电式混合动力电动车、电动自行车、电动踏板车、电动高尔夫球车、电动卡车等）、电气列车、船舶及卫星、储能系统等。

[0106] 所述装置可以根据其使用需求来选择电池模组或电池包。

[0107] 图6是作为一个示例的装置。该装置为纯电动车、混合动力电动车、或插电式混合动力电动车等。为了满足该装置对二次电池的高功率和高能量密度的需求,可以采用电池包或电池模组。

[0108] 第四方面,本申请提出了一种电池模组的制造方法,包括如下步骤:

[0109] 获取第一类电芯和第二类电芯;

[0110] 将所述第一类电芯和所述第二类电芯串联连接形成所述电池模组;

[0111] 所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系:

[0112] $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$, 且 $C_1 < C_2$,

[0113] 其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

[0114] 本申请的电池模组的制造方法,对电芯及其连接方式进行设计,使组配而成的电池模组能实现电芯的均衡组配,提高了电池模组的安全性和稳定性,同时保证电池模组具有较高的能量输出特性,有效降低了不同电池设计参数的电芯组成的电池组在充放电过程中的析锂风险。

[0115] 进一步地,获取所述第一类电芯和所述第二类电芯包括:获取 n_1 个所述第一类电芯和 n_2 个所述第二类电芯, n_1 和 n_2 为自然数。可以理解,本申请的制造方法得到的电芯可以包括多个第一类电芯或多个第二类电芯,对电芯的数量不作限定。

[0116] 第五方面,本申请提出了一种电池模组的制造设备,所述设备包括一个处理器,所述处理器用于控制夹臂,获取第一类电芯和所述第二类电芯;所述处理器还用于控制组装部件,将所述第一类电芯和所述第二类电芯串联连接形成所述电池模组;

[0117] 所述第一类电芯和所述第二类电芯满足如下关系:

[0118] $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$, 且 $C_1 < C_2$, 其中, N_2 为所述第二类电芯的充电电池平衡率; C_1 和 C_2 分别为所述第一类电芯和所述第二类电芯的容量。

[0119] 采用本申请设备制造出的电池模组,通过对电芯及其连接方式进行均衡组配,可以保证制备出的电池模组的兼具良好的安全性和稳定性以及较高的能量输出特性,降低了不同电池设计参数的电芯组配的电池模组的析锂风险。

[0120] 本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

[0121] 实施例

[0122] 下述实施例更具体地描述了本申请公开的内容,这些实施例仅仅用于阐述性说明,因为在本申请公开内容的范围内进行各种修改和变化对本领域技术人员来说是明显的。除非另有声明,以下实施例中所报道的所有份、百分比、和比值都是基于重量计,而且实施例中使用的试剂都可商购获得或是按照常规方法进行合成获得,并且可直接使用而无需进一步处理,以及实施例中使用的仪器均可商购获得。

[0123] 本申请实施例和对比例中所采用的电芯性能参数见表1。其中,LFP-磷酸铁锂,NCM-镍钴锰酸锂 ($\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$),LNMO-锂镍锰氧化物 ($\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_2$),LMO-锰酸锂 (LiMn_2O_4),NCA-镍钴铝酸锂 ($\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$),富锂锰 ($\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.44}\text{Ni}_{0.4}\text{Co}_{0.16}\text{O}_2$)。

[0124] 表1电芯性能参数

[0125]

	正极活性物质类型	C (Ah)	WC (μg/mm ²)	BC (mAh/g)	WA (μg/mm ²)	BA (mAh/g)	充电电池平衡率 N	能量密度 (Wh/Kg)
电芯 1	LFP	63.0	205.6	145.0	92.0	350.0	1.080	183.9
电芯 2	LFP	63.0	205.9	145.0	88.2	350.0	1.034	185.6
电芯 3	LFP	63.0	204.7	145.0	106.0	350.0	1.250	178.2
电芯 4	LFP	62.9	204.7	145.0	101.8	350.0	1.200	179.8
电芯 5	LFP	65.8	204.7	145.0	97.0	350.0	1.144	182.7
电芯 6	LFP	65.9	205.9	145.0	84.7	350.0	0.993	188.1
电芯 7	LFP	72.0	205.6	145.0	92.0	350.0	1.080	187.0
电芯 8	NCM	59.9	175.4	188.0	101.8	350.0	1.080	204.2
电芯 9	NCM	60.1	175.5	188.0	113.2	350.0	1.200	199.3
电芯 10	NCM	60.0	175.5	188.0	105.9	350.0	1.123	202.4
电芯 11	NCM	60.2	175.5	188.0	117.9	350.0	1.250	197.3
电芯 12	富锂锰	62.7	163.8	200.0	107.1	350.0	1.144	207.1
电芯 13	LNMO	62.4	207.2	125.0	84.6	350.0	1.144	167.7
电芯 14	LMO	62.4	207.2	125.0	84.6	350.0	1.144	167.7
电芯 15	NCA	62.6	206.5	150.0	101.3	350.0	1.144	184.9
电芯 16	NCM	60.0	174.9	188.0	117.5	350.0	1.250	197.2

[0126]

电芯 17	LFP	66.0	198.9	145.0	66.1	350.0	0.802	194.5
电芯 18	LFP	73.4	206.5	145.0	92.4	350.0	1.080	187.5
电芯 19	LFP	63.0	202.2	145.0	109.1	350.0	1.303	176.2
电芯 20	NCM	60.1	174.9	188.0	120.3	350.0	1.281	196.0
电芯 21	NCM	60.0	176.3	188.0	90.0	350.0	0.951	210.1
电芯 22	LFP	63.0	203.6	145.0	86.9	350.0	1.030	185.5
电芯 23	LFP	60.0	203.1	145.0	94.5	350.0	1.123	181.0
电芯 24	LFP	63.0	204.1	145.0	80.4	350.0	0.951	188.3
电芯 25	LFP	63.0	203.1	145.0	94.5	350.0	1.123	182.2
电芯 26	LFP	66.0	203.0	145.0	94.5	350.0	1.123	183.3
电芯 27	LFP	69.0	202.9	145.0	94.4	350.0	1.123	184.2
电芯 28	LFP	72.0	202.8	145.0	94.4	350.0	1.123	185.1
电芯 29	LFP	75.0	202.6	145.0	94.3	350.0	1.123	186.0
电芯 30	LFP	63.0	204.6	145.0	72.1	350.0	0.850	192.1
电芯 31	NCM	60.4	175.1	188.0	105.6	350.0	1.123	202.5
电芯 32	LFP	72.0	205.8	145.0	76.8	350.0	0.901	193.6

[0127] 上述电芯性能参数测试可以采用如下方法：

[0128] 1、正极极片的单位面积活性物质质量

[0129] 取单面涂布且经冷压后的正极极片(若是双面涂布的正极极片,可先擦拭掉其中一面的活性物质层),冲切成面积为 S_1 的小圆片;然后将正极极片置于NMP溶液中,使正极活性物质层全部剥离;对剥离后获取的负极活性物质进行冲洗,烘干;在约500℃、空气气氛下,对烘干后的物质进行烧结处理4~5h。最后,称取经烧结得到的剩余物质的质量,记为 M_c 。由此,正极极片的单位面积活性物质质量可以依据以下公式计算得到:

[0130] 单位面积正极极片的活性物质质量= M_c/S_1 。

[0131] 2、负极极片的单位面积活性物质质量

[0132] 取单面涂布且经冷压后的负极极片(若是双面涂布的负极极片,可先擦拭掉其中一面的活性物质层),冲切成面积为 S_1 的小圆片;然后将负极极片置于去离子水中,使负极活性物质层全部剥离;对剥离后获取的正极活性物质进行冲洗,烘干;在约500℃、空气气氛下进行烧结处理4~5h。最后,称取经烧结得到的剩余物质的质量,记为 M_A 。由此,极片的单位面积活性物质质量可以依据公式计算得到:单位面积极片的活性物质质量= M_A/S_1 。

[0133] 2、正极极片或负极极片的充电容量、充电扣电克容量

[0134] (1) 极片取样要求如下:

[0135] 将电芯进行满放后进行拆解,取出正极极片、负极极片,用DMC溶液进行适当冲洗,烘干待用。正极极片取样位置为:选取距离边缘>15mm的中部任意位置。负极极片取样位置

为:选取所选正极极片正对位置的负极极片;且正极极片取样面积与负极极片取样面积相同;

[0136] (2) 以上述裁剪的正极极片、负极极片分别与锂片作为对电极,组装扣电半电池;

[0137] (3) 单位面积负极极片充电容量、负极极片充电扣电克容量:

[0138] 测试电压0.05-2.0V,测试温度25℃,充/放电倍率0.1C,取平行样不少于10个,分别测试扣式半电池的充电容量,去掉最低以及最高值后取平均值,得到该面积下负极极片的充电容量;将上述测试得到的负极极片的充电容量除以负极极片的面积,即可以得到单位面积负极极片充电容量;

[0139] 负极极片充电扣电克容量=单位面积负极极片充电容量/单位面积负极极片的活性物质质量;

[0140] (4) 单位面积正极极片充电容量、正极极片充电扣电克容量:

[0141] 在取样电芯GBT认证文件所规定的工作电压区间内、25℃室温条件下,以0.1C充/放电,取平行样不少于10个,分别测试扣式电池的充电容量,去掉最低以及最高值后取平均值,得到该面积下正极极片的充电容量;将上述测试得到的正极极片的充电容量除以正极极片的面积,即可以得到单位面积正极极片充电容量;

[0142] 正极极片充电扣电克容量=单位面积正极极片充电容量/单位面积正极极片的活性物质质量。

[0143] 3、电芯充电电池平衡率测试方法:

[0144] 依照上述方法,分别测试单位面积负极极片充电容量、以及单位面积正极极片充电容量;然后根据公式:电芯充电电池平衡率=单位面积负极极片充电容量/单位面积正极极片充电容量,即可计算得到该电芯的充电电池平衡率。

[0145] 4、电芯质量能量密度

[0146] 电芯的质量能量密度为在在取样电芯GBT认证文件所规定的工作电压区间内时电芯所具有的最大能量除以电芯的质量。

[0147] 以下实施例和对比例中,对电池模组进行如下测试:

[0148] 1、电池模组析锂检测方法

[0149] 测试流程如下:

[0150] 1) 对电池模组以0.33C恒流充电至该GBT认证文件中所规定的上限截止电压,再恒压充电至电流小于0.05C;

[0151] 2) 暂停10min;

[0152] 3) 0.33C恒流放电至该GBT认证文件中所规定的下限截止电压;

[0153] 4) 并按照步骤1)~3) 为一个充放电循环,并进行20圈充放电;

[0154] 5) 对上述电池模组以0.33C恒流充电至上限截止电压,再恒压充电至电流小于0.05C;将电池模组中的电芯进行拆解,取负极极片观察极片表面是否有锂析出现象。在测试结果中,析锂检测数据用析锂检测通过率表示,析锂检测通过率=负极极片没有锂析出的电芯个数/用于析锂检测的电芯的总个数。

[0155] 2、电池模组质量容量密度测试方法

[0156] 电池模组的质量容量密度为电池模组中所有电池单体的容量的总和除以电池模组的质量,不包括电池模组的其他构成部件(包括但不限于线束、端板和/或侧板、以及顶盖

板)。

[0157] 3、电池模组体积容量密度测试方法

[0158] 电池模组的体积容量密度为电池模组中所有电池单体的容量的总和除以电池模组的总体积(长×宽×高),其中,电池模组的总体积包括所有电池单体的体积,以及电池模组的其他构成部件(包括但不限于线束、端板和/或侧板、以及顶盖板)。

[0159] 实施例1

[0160] 实施例1提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯16和3个电芯22,且6个电芯16和3个电芯通过串联的方式连接。从表1数据可知:电芯16的容量小于电芯22的容量,即,电芯16为第一类电芯,电芯22为第二类电芯,且电芯22的充电电池平衡率 N_2 满足: $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ 。

[0161] 实施例1还提出了上述电池模组的制造方法,包括如下步骤:

[0162] 获取6个第一类电芯(电芯16)和3个第二类电芯(电芯22);

[0163] 将电芯16与电芯22串联,形成所述电池模组。

[0164] 实施例1还提出了上述电池模组的制造设备,所述设备包括一个处理器,所述处理器用于控制夹臂,获取第一类电芯(电芯16)和第二类电芯(电芯22);所述处理器还用于控制组装部件,将电芯16和电芯22串联连接形成所述电池模组。

[0165] 实施例2

[0166] 实施例2提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯8和3个电芯32,电芯8为第一类电芯,电芯32为第二类电芯,其中,一个电芯8与两个电芯32串联。

[0167] 实施例3

[0168] 实施例3提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯16和3个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,一个电芯16与两个电芯1串联。

[0169] 实施例4

[0170] 实施例4提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯2,电芯10为第一类电芯,电芯2为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯2串联。

[0171] 实施例5

[0172] 实施例5提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯1,电芯10为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯1串联。

[0173] 实施例6

[0174] 实施例6提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯4,电芯10为第一类电芯,电芯4为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯4串联。

[0175] 实施例7

[0176] 实施例7提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯8和3个电芯3,电芯8为第一类电芯,电芯3为第二类电芯,其中,一个电芯8与两个电芯3串联。

[0177] 对比例1

[0178] 对比例1提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯30,电芯10为第一类电芯,电芯30为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯30串联。

[0179] 对比例2

[0180] 对比例2提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯9和3个电芯19,电芯9为

第一类电芯,电芯19为第二类电芯,其中,一个电芯9与两个电芯19串联。

[0181] 对比例3

[0182] 对比例3提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯19,电芯10为第一类电芯,电芯19为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯19串联。

[0183] 对比例4

[0184] 对比例4提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯23,电芯10为第一类电芯,电芯23为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯23串联。

[0185] 实施例1-7与对比例1-4的电池模组中的测试数据见表2。

[0186] 表2实施例1-7与对比例1-4的电池模组中的测试数据

[0187]

编号	C ₁	C ₂	C ₂ /C ₁	N ₂	1.01C ₁ /C ₂	$n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2)$	析锂检测通过率	电池模组质量容量密度(Ah/kg)	电池模组体积容量密度(Ah/L)
实施例 1	60.0	63.0	1.05	1.03	0.96	0.34	10/10	67.44	141.0
实施例 2	59.9	72.0	1.20	0.90	0.84	0.38	10/10	66.50	136.5
实施例 3	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.34	10/10	67.42	139.5
实施例 4	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.34	10/10	68.52	141.2
实施例 5	60.0	63.0	1.05	1.03	0.96	0.34	10/10	68.76	141.6
实施例 6	60.0	62.9	1.05	1.20	0.96	0.34	10/10	67.88	138.0
实施例 7	59.9	63.0	1.05	1.25	0.96	0.34	10/10	67.97	138.5
对比例 1	60.0	63.0	1.05	0.85	0.96	0.34	6/10	68.8	143.1
对比例 2	59.9	63.0	1.20	1.30	0.96	0.34	10/10	62.5	128.5
对比例 3	60.0	63.0	1.05	1.30	0.96	0.34	10/10	63.3	129.6
对比例 4	60.0	63.0	1.05	0.95	0.96	0.34	6/10	67.2	135.0

[0188] 注:质量容量密度计算时不含机械件质量。

[0189] 比较实施例1-7与对比例1-4的数据可知,当 N_2 不在 $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ 范围内时,会导致电池模组的质量容量密度恶化或者引发析锂问题。具体的,在对比例1中,电池模组虽然质量容量密度较高,但是析锂通过率仅10过6,安全性能具有较大隐患。在对比例4中,电池模组存在析锂风险的同时,电池模组的质量容量密度也严重恶化。而在对比例2~3中,虽然电池模组析锂通过率较高,但是电池模组的质量容量密度恶化严重,影响了电池模组的能量输出性能。

[0190] 实施例8

[0191] 实施例8提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯26,电芯10为第一类电芯,电芯26为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯26串联。

[0192] 实施例9

[0193] 实施例9提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯27,电芯10为第一类电芯,电芯27为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯27串联。

[0194] 实施例10

[0195] 实施例10提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯28,电芯10为第一类电芯,电芯28为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯28串联。

[0196] 实施例11

[0197] 实施例11提供了一种电池模组,所述电池模组包括6个电芯10和3个电芯29,电芯10为第一类电芯,电芯29为第二类电芯,其中,一个电芯10与两个电芯29串联。

[0198] 实施例8-11的电池模组中的测试数据见表3。

[0199] 表3实施例8-11的电池模组中的测试数据

编号	C_1	C_2	C_2/C_1	N_2	$1.01C_1/C_2$	$n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2)$	析锂检测通过率	电池模组质量容量密度 (Ah/kg)	电池模组体积容量密度 (Ah/L)
实施例 1	60.0	63.0	1.05	1.03	0.96	0.34	10/10	67.44	141.0
[0200] 实施例 8	60.0	66.0	1.10	1.123	0.92	0.35	10/10	67.06	137
实施例 9	60.0	69.0	1.15	1.123	0.88	0.37	10/10	65.93	134
实施例 10	60.0	72.0	1.20	1.123	0.84	0.38	10/10	64.82	132
实施例 11	60.0	75.0	1.25	1.123	0.80	0.38	10/10	63.76	130

[0201] 从实施例8-11可以看出,当第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 满足 $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ 范围内的同时,进一步地第一类电芯与第二类电池的容量满足: $C_2/C_1 \leq 1.2$,尤其是 C_2/C_1 的取值逐渐减小时,例如 $C_2/C_1 = 1.1$ 时,电池模组的不易发生析锂、并且电池模组的体积容量密度和能量密度越来越高。

[0202] 实施例12

[0203] 实施例12提供了一种电池模组,所述电池模组包括1个电芯16和100个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,电芯16与84个电芯1串联。

[0204] 实施例13

[0205] 实施例13提供了一种电池模组,所述电池模组包括1个电芯16和10个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,电芯16与2个电芯1串联。

[0206] 实施例14

[0207] 实施例14提供了一种电池模组,所述电池模组包括1个电芯16和9个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,电芯16与2个电芯1串联。

[0208] 实施例15

[0209] 实施例15提供了一种电池模组,所述电池模组包括5个电芯16和5个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,2个电芯16与2个电芯1串联。

[0210] 实施例16

[0211] 实施例16提供了一种电池模组,所述电池模组包括5个电芯16和1个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,1个电芯16与电芯1串联。

[0212] 实施例17

[0213] 实施例17提供了一种电池模组,所述电池模组包括10个电芯16和1个电芯1,电芯

16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,一个电芯16与电芯1串联。

[0214] 实施例18

[0215] 实施例18提供了一种电池模组,所述电池模组包括20个电芯16和1个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,3个电芯16与电芯1串联。

[0216] 实施例19

[0217] 实施例19提供了一种电池模组,所述电池模组包括50个电芯16和1个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,12个电芯16与电芯1串联。

[0218] 实施例20

[0219] 实施例20提供了一种电池模组,所述电池模组包括80个电芯16和1个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,63个电芯16与电芯1串联。

[0220] 实施例21

[0221] 实施例21提供了一种电池模组,所述电池模组包括100个电芯16和1个电芯1,电芯16为第一类电芯,电芯1为第二类电芯,其中,37个电芯16与电芯1串联。

[0222] 实施例12-21的电池模组中的测试数据见表4。

[0223] 表4实施例12-21的电池模组中的测试数据

[0224]

编号	C_1	C_2	C_2/C_1	N_2	$1.01C_1/C_2$	$n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2)$	析锂检测通过率	电池模组质量容量密度 (Ah/kg)	电池模组体积容量密度 (Ah/L)
实施例 12	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.991	10/10	61.7	123.9
实施例 13	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.913	10/10	62.3	125.6
实施例 14	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.904	10/10	62.4	125.8
实施例 15	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.512	10/10	65.7	135.3
实施例 16	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.174	10/10	68.8	142.4
实施例 17	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.095	10/10	69.5	144.6
实施例 18	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.050	10/10	70.0	145.9
实施例 19	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.021	10/10	70.2	146.8
实施例 20	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.013	10/10	70.3	147.0
实施例 21	60.0	63.0	1.05	1.08	0.96	0.010	10/10	70.3	147.1

[0225] 比较实施例12至实施例21可知,当第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 满足 $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ 范围内的同时, $0.01 \leq n_1/n_2 \leq 100$ 时,组成电池模组的电芯负极都不会有锂析出。但是当第二类电芯的充电电池平衡率 N_2 满足 $1.01 \times C_1/C_2 \leq N_2 \leq 1.25$ 范围内的同时, $0.1 \leq n_1/n_2 \leq 10$,尤其是 $10\% \leq n_2 \times C_2 / (n_1 \times C_1 + n_2 \times C_2) \leq 90\%$ 时,增加第一类电芯的个数可以相应提高电池模组的能量密度和体积容量密度。在使用时,可以根据整车性能要求,比如能量密度、电池模组的体积和重量,选择电池模组中的电芯个数。

[0226] 实施例22

[0227] 实施例22提出了一种电池包,实施例22的电池包由实施例1、实施例4、实施例6和实施例18的电池模组串联而成。

[0228] 实施例23

[0229] 实施例23提出了一种电池包,实施例23的电池包由实施例5、实施例8、实施例13、实施例15和实施例22的电池模组并联而成。

[0230] 实施例24

[0231] 实施例24提出了一种电池包,实施例24的电池包由实施例1、实施例3的电池包串联后,与实施例7的电池模组并联而成。

[0232] 实施例25

[0233] 实施例25提出了一种电动汽车,实施例25的电动汽车中设置有实施例13的电池模组,实施例13的电池模组为所述装置的电源和/或能量存储单元。

[0234] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0235] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

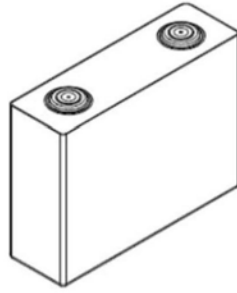
5

图1

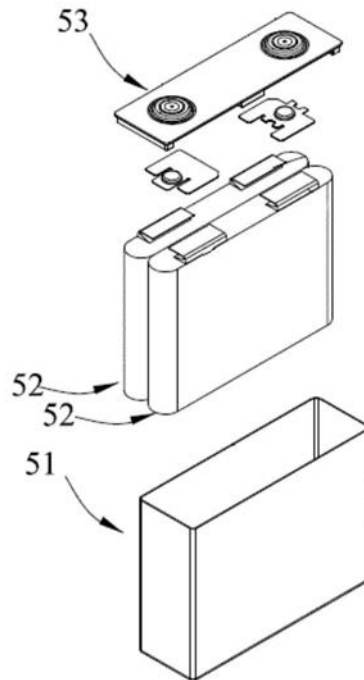
5

图2

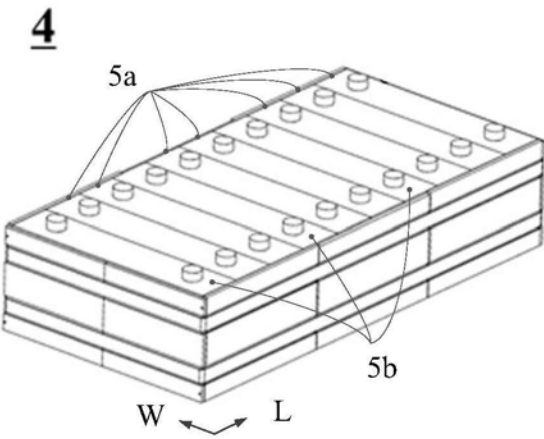


图3

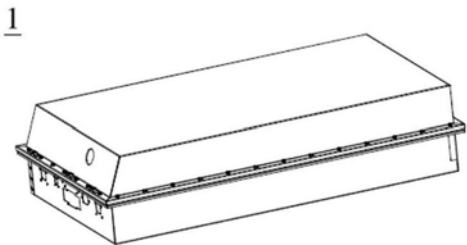


图4

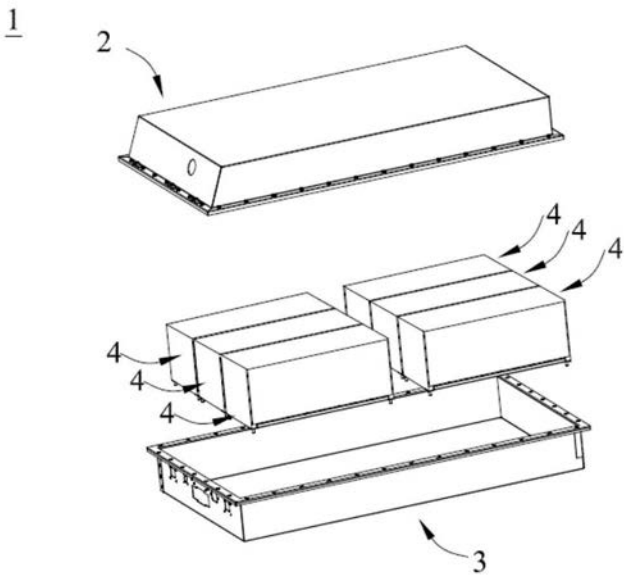


图5

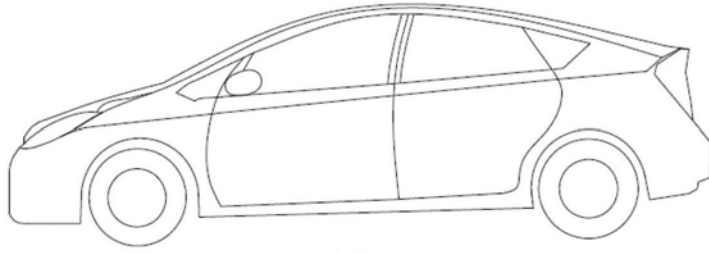


图6