



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117855649 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 09

(21) 申请号 202311594554.4

H01M 10/625 (2014.01)

(22) 申请日 2023.11.24

H01M 10/63 (2014.01)

(71) 申请人 厦门海辰储能科技股份有限公司

地址 361100 福建省厦门市厦门火炬高新区(同翔)产业基地布塘中路11号5#综合楼201-1

(72) 发明人 徐坤

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

专利代理师 陈燕

(51) Int. Cl.

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 50/244 (2021.01)

H01M 50/249 (2021.01)

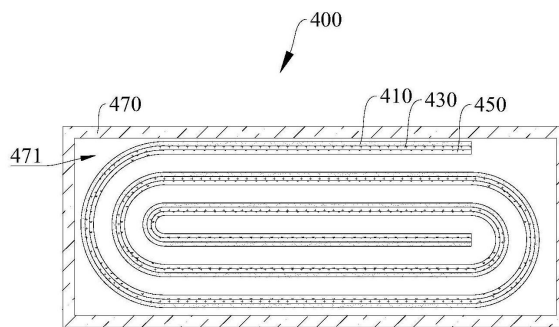
权利要求书1页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

电池、储能装置、用电系统及储能系统

(57) 摘要

本申请提供一种电池、储能装置、用电系统及储能系统。本申请的所述电池包括负极极片及电解液,所述负极极片包括负极材料,当所述电池的荷电状态为95%至105%时,所述负极材料与所述电解液的混合物的差示扫描量热曲线具有第一放热峰、第二放热峰及第三放热峰,所述第一放热峰的峰顶温度为T1,所述第二放热峰的峰顶温度为T2,所述第三放热峰的峰顶温度为T3,其中,所述电池满足关系式: $2 \leq (T2 - T1) / (T3 - T2) \leq 4.5$ 。本申请实施例的电池具有较好的耐热性能及耐过充性能。



1. 一种电池,其特征在于,所述电池包括负极极片及电解液,所述负极极片包括负极材料,当所述电池的荷电状态为95%至105%时,所述负极材料与所述电解液的混合物的差示扫描量热曲线具有第一放热峰、第二放热峰及第三放热峰,所述第一放热峰的峰顶温度为T1,所述第二放热峰的峰顶温度为T2,所述第三放热峰的峰顶温度为T3,其中,所述电池满足关系式: $2 \leq (T2-T1)/(T3-T2) \leq 4.5$ 。

2. 根据权利要求1所述的电池,其特征在于,所述电池还满足关系式: $50^{\circ}\text{C} \leq T2-T1 \leq 150^{\circ}\text{C}$ 。

3. 根据权利要求1所述的电池,其特征在于,所述电池满足关系式: $10^{\circ}\text{C} \leq T3-T2 \leq 120^{\circ}\text{C}$ 。

4. 根据权利要求1所述的电池,其特征在于,所述第一放热峰的峰顶温度T1的范围为: $110^{\circ}\text{C} \leq T1 \leq 190^{\circ}\text{C}$ 。

5. 根据权利要求1所述的电池,其特征在于,所述第二放热峰的峰顶温度T2的范围为: $200^{\circ}\text{C} \leq T2 \leq 265^{\circ}\text{C}$ 。

6. 根据权利要求1所述的电池,其特征在于,所述第三放热峰的峰顶温度T3的范围为: $270^{\circ}\text{C} \leq T3 \leq 320^{\circ}\text{C}$ 。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的电池,其特征在于,所述混合物中,所述负极材料与所述电解液的质量比M的范围为: $0.75 \leq M \leq 0.78$ 。

8. 根据权利要求1-6任一项所述的电池,其特征在于,所述电解液包括六氟磷酸锂及双氟磺酰亚胺锂,所述电解液中,所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ϵ 的范围为: $0.3 \leq \epsilon \leq 20$ 。

9. 根据权利要求1-6任一项所述的电池,其特征在于,所述负极材料包括负极活性颗粒,所述负极活性颗粒的D50粒径的范围为: $12\mu\text{m} \leq D50 \leq 18\mu\text{m}$ 。

10. 一种储能装置,其特征在于,包括:
箱体;

多个权利要求1-9任一项所述的电池,所述多个电池收容于所述箱体内,所述多个电池的连接方式包括串联、并联中的至少一种。

11. 一种用电系统,其特征在于,包括:
用电设备;以及

权利要求10所述的储能装置,所述储能装置为所述用电设备进行供电。

12. 一种储能系统,其特征在于,包括:

电能转换装置,所述电能转换装置用于将其它形式的能转换为电能;

权利要求10所述的储能装置,所述储能装置电连接所述电能转换装置,用于存储所述电能转换装置的所述电能;以及

用电负载,所述用电负载分别电连接所述电能转换装置及所述储能装置,用于利用电能转换装置或所述储能装置的所述电能进行工作。

电池、储能装置、用电系统及储能系统

技术领域

[0001] 本申请涉及电子领域,具体涉及一种电池、储能装置、用电系统及储能系统。

背景技术

[0002] 储能行业快速发展,对电池的储能能量密度需求不断提升,电池单体容量不断提高,使得电池的产热量提高,降低了电池的耐热性能。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本申请实施例提供一种电池,其具有较好的耐热性能及耐过充性能。

[0004] 本申请第一方面实施例提供了一种电池,所述电池包括负极极片及电解液,所述负极极片包括负极材料,当所述电池的荷电状态为95%至105%时,所述负极材料与所述电解液的混合物的差示扫描量热曲线具有第一放热峰、第二放热峰及第三放热峰,所述第一放热峰的峰顶温度为 T_1 ,所述第二放热峰的峰顶温度为 T_2 ,所述第三放热峰的峰顶温度为 T_3 ,其中,所述电池满足关系式: $2 \leq (T_2 - T_1) / (T_3 - T_2) \leq 4.5$ 。

[0005] 可选地,所述电池还满足关系式: $50^\circ\text{C} \leq T_2 - T_1 \leq 150^\circ\text{C}$ 。

[0006] 可选地,所述电池满足关系式: $10^\circ\text{C} \leq T_3 - T_2 \leq 120^\circ\text{C}$ 。

[0007] 可选地,所述第一放热峰的峰顶温度 T_1 的范围为: $110^\circ\text{C} \leq T_1 \leq 190^\circ\text{C}$ 。

[0008] 可选地,所述第二放热峰的峰顶温度 T_2 的范围为: $200^\circ\text{C} \leq T_2 \leq 265^\circ\text{C}$ 。

[0009] 可选地,所述第三放热峰的峰顶温度 T_3 的范围为: $270^\circ\text{C} \leq T_3 \leq 320^\circ\text{C}$ 。

[0010] 可选地,所述混合物中,所述负极材料与所述电解液的质量比 M 的范围为: $0.75 \leq M \leq 0.78$ 。

[0011] 可选地,所述电解液包括六氟磷酸锂及双氟磺酰亚胺锂,所述电解液中,所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ε 的范围为: $0.3 \leq \varepsilon \leq 20$ 。

[0012] 可选地,所述负极材料包括负极活性颗粒,所述负极活性颗粒的 D_{50} 粒径的范围为: $12\mu\text{m} \leq D_{50} \leq 18\mu\text{m}$ 。

[0013] 本申请第二方面实施例提供了一种储能装置,其包括:

[0014] 箱体;

[0015] 多个本申请第一方面所述的电池,所述多个电池收容于所述箱体内,所述多个电池的连接方式包括串联、并联中的至少一种。

[0016] 本申请第三方面实施例提供了一种用电系统,其包括:

[0017] 用电设备;以及

[0018] 本申请第二方面所述的储能装置,所述储能装置为所述用电设备进行供电。

[0019] 本申请第四方面实施例提供了一种储能系统,其包括:

[0020] 电能转换装置,所述电能转换装置用于将其它形式的能转换为电能;

[0021] 本申请第二方面所述的储能装置,所述储能装置电连接所述电能转换装置,用于

存储所述电能转换装置的所述电能;以及

[0022] 用电负载,所述用电负载分别电连接所述电能转换装置及所述储能装置,用于利用电能转换装置或所述储能装置的所述电能进行工作。

[0023] 本申请实施例的电池包括负极极片及电解液,所述负极极片包括负极材料,当电池满电状态时,所述负极材料与所述电解液的混合物的DSC曲线具有第一放热峰、第二放热峰及第三放热峰,所述第二放热峰的峰顶温度与所述第一放热峰的峰顶温度差值 $\Delta T1$ 及所述第三放热峰的峰顶温度与所述第二放热峰的峰顶温度的差值 $\Delta T2$ 满足 $2 \leq \Delta T1 / \Delta T2 \leq 4.5$,从而可以使得该电池在具有较好的循环性能的同时,可以具有较好的耐热性能,且在电池过充时,具有较低的温度,更不易于发生冒烟、起火或爆炸等安全事故,从而具有较好的耐过充性能。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例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申请的一些实施例,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。

[0025] 图1是本申请实施例提供的储能系统的应用场景图。

[0026] 图2是本申请一实施例的储能系统的结构示意图。

[0027] 图3是本申请一实施例的储能系统的电路框图。

[0028] 图4是本申请一实施例的用电系统的结构示意图,其中,用电设备与储能装置处于分离状态。

[0029] 图5是本申请一实施例的储能装置的局部爆炸结构示意图。

[0030] 图6是本申请一实施例的电池的结构示意图。

[0031] 图7是本申请一实施例的电池的沿图6中A-A方向的剖视结构示意图。

[0032] 图8是本申请一实施例的负极极片的剖视结构示意图。

[0033] 图9是本申请一实施例的正极极片的剖视结构示意图。

[0034] 图10是实施例5的电池的负极材料与所述电解液的混合物的DSC图谱。

[0035] 附图标记说明:

[0036] 100-储能装置,110-箱体,200-用电系统,210-用电设备,300-储能系统,310-电能转换装置,330-用电负载,400-电池,410-负极极片,411-负极集流体,413-负极活性层,430-隔膜,450-正极极片,451-正极集流体,453-正极活性层,470-壳体,471-收容腔,490-盖板。

具体实施方式

[0037] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0038] 本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别不同对象,而不是用于描述特定顺序。此外,术语“包括”和“具有”以及它们任何变形,意图

在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可选地还包括没有列出的步骤或单元,或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

[0039] 下面将结合附图,对本申请实施例中的技术方案进行描述。

[0040] 需要说明的是,为便于说明,在本申请的实施例中,相同的附图标记表示相同的部件,并且为了简洁,在不同实施例中,省略对相同部件的详细说明。

[0041] 目前绿色电能的产生普遍依赖于光伏、风电、水势等,而风能和太阳能等普遍存在间歇性强、波动性大的问题,会造成电网不稳定,用电高峰电不够,用电低谷电太多,不稳定的电压还会对电力造成损害,因此可能因为用电需求不足或电网接纳能力不足,引发“弃风弃光”问题,要解决这些问题须依赖储能。即将电能通过物理或者化学的手段转化为其他形式的能量存储起来,在需要的时候将能量转化为电能释放出来,简单来说,储能就类似一个大型“充电宝”,在光伏、风能充足时,将电能储存起来,在需要时释放储能的电力。

[0042] 以电化学储能为例,本方案提供一种储能装置,储能装置内设有化学电池,主要是利用电池内的化学元素做储能介质,充放电过程伴随储能介质的化学反应或者变化,简单说就是把风能和太阳能产生的电能存在化学电池中,在外部电能的使用达到高峰时再将存储的电量释放出来使用,或者转移给电量紧缺的地方再使用。

[0043] 目前的储能(即能量存储)应用场景较为广泛,包括发电侧储能、电网侧储能、可再生能源并网储能以及用户侧储能等方面,对应的储能装置的种类包括有:

[0044] (1) 应用在电网侧储能场景的大型储能集装箱,其可作为电网中优质的有功无功调节电源,实现电能在时间和空间上的负荷匹配,增强可再生能源消纳能力,并在电网系统备用、缓解高峰负荷供电压力和调峰调频方面意义重大;

[0045] (2) 应用在用户侧的工商业储能场景(银行、商场等)的中小型储能电柜以及应用在用户侧的家庭储能场景的户用小型储能箱,主要运行模式为“削峰填谷”。由于根据用电量需求在峰谷位置的电费存在较大的价格差异,用户有储能设备后,为了减少成本,通常在电价低谷期,对储能柜/箱进行充电处理;电价高峰期,再将储能设备中的电放出来进行使用,以达到节省电费的目的。另外,在边远地区,以及地震、飓风等自然灾害高发的地区,家用储能装置的存在,相当于用户为自己和电网提供了备用电源,免除由于灾害或其他原因导致的频繁断电带来的不便。

[0046] 图1是本申请实施例提供的储能系统300的应用场景图。本申请图1实施例以用户侧储能中的户用储能场景为例进行说明,本申请储能装置100并不限于户用储能场景。图2为本申请一实施例的储能系统300的结构示意图。图3为本申请一实施例的储能系统300的电路框图。

[0047] 请参见图1至图3,本申请提供一种储能系统300,所述储能系统300为户用储能系统300,该储能系统300包括电能转换装置310、储能装置100以及用电负载330。所述电能转换装置310用于将其它形式的能转换为电能;所述储能装置100电连接所述电能转换装置310,用于存储所述电能转换装置310的所述电能;所述用电负载330分别电连接所述电能转换装置310及所述储能装置100,用于利用电能转换装置310或所述储能装置100的所述电能进行工作。可以理解地,所述电能转换装置310转换的电能一部分储存在所述储能装置100中,一部分用于为所述用电负载330供电,所述储能装置100用于储存电能并在电价高峰时

供给用电负载330。所述储能系统300既能将其它形成的能转换为电能,又能将电能储存在储能装置100中,以供给用电负载330足够的电能。

[0048] 可选地,所述电能转换装置310可将太阳能、光能、风能、热能、潮汐能、生物质能及机械能等中的至少一种转换为电能,为所述用电负载330及所述储能装置100提供稳定的电源。

[0049] 可选地,所述电能转换装置310可以为光伏板,所述光伏板可以在电价低谷时期将太阳能转换为电能,并储存在所述储能装置100。在其他实施例中,还可以为风能发电装置、热能发电装置、潮汐能发电装置、生物质能发电装置及机械能发电装置等中的至少一种。

[0050] 可选地,所述储能装置100为一小型储能箱,可通过壁挂方式安装于室外墙壁。在其他实施例中,储能装置100还可以为大型的储能集装箱、应用于电子设备的电池等。

[0051] 可选地,所述用电负载330可以为路灯或家用电器、机动车辆等,储能装置100用于储存该电能并在电价高峰时供给路灯和家用电器进行使用,或者在电网断电/停电时进行供电。

[0052] 可以理解的,储能装置100可包括但不限于包括单体电池、电池模组、电池包、电池系统等中的至少一种。单体电池可以为但不限于为圆柱电池、方形电池等中的至少一种。

[0053] 可以理解地,本实施方式中附图示意仅仅为储能系统300的一种形态,不应当理解为对本申请提供的储能系统300的限定,也不应当理解为对本申请各个实施方式提供的储能装置100的限定。

[0054] 请参见图4,图4为本申请一实施例的用电系统200的结构示意图。本申请实施例还提供一种用电系统200,其包括:用电设备210以及储能装置100,所述储能装置100为所述用电设备210进行供电。

[0055] 本申请实施例的用电设备210可以为但不限于为手机、平板电脑、笔记本电脑、台式电脑、智能手环、智能手表、电子阅读器、游戏机等便携式电子设备。还可以为汽车、卡车、轿车、货车、动车、高铁、电动自动车等交通工具。此外,还可以为各种家用电器例如冰箱、电灯、空调等。

[0056] 可以理解地,本申请的附图中用电设备210以汽车为例进行实例,本申请附图示意的用电系统200仅仅是用电设备210的其中一种形态,不应当理解为对本申请提供的用电系统200及用电设备210的限定。

[0057] 请参见图5,本申请实施例还提供一种储能装置100,该储能装置100包括箱体110以及多个电00可以为但不限于为锂离子二次电池400、锂离子一次电池400、锂硫电池400、钠锂离子电池400、钠离子电池400或镁离子电池400、储能电池400等。

[0058] 术语“多个”指大于或等于两个。

[0059] 可以理解地,储能装置100的多个电池400可以相互并联;或者相互串联;或者部分并联,部分串联(换言之,混联),对于同一个储能装置100的多个电池400的连接方式,本申请不作具体限定。

[0060] 可以理解地,箱体110具有容置腔,多个电池400收容于容置腔内。在一些实施例中,每个容置腔收容一个电池400。在另一些实施例中,每个容置腔收容多个电池400。

[0061] 储能领域单体电芯(即电池400)容量越做越大,诸如280Ah单体电芯、300Ah单体电芯、320Ah单体电芯隔代出现,单体电芯容量增大带来的好处是电芯整体的能量密度升高,

在成本上和能量密度上进一步取得优势,但是由于大电芯散热差,能量高,一旦发生过充电,热量极易累积,从而对电芯的安全性能带来了挑战。

[0062] 请参见图6及图7,本申请实施例还提供一种电池400,所述电池400包括负极极片410及电解液(图未示),所述负极极片410包括负极材料(图未示),当所述电池400的荷电状态为95%至105%时,所述负极材料与所述电解液的混合物的差示扫描量热曲线(简称DSC曲线或DSC图谱)具有第一放热峰、第二放热峰及第三放热峰,所述第一放热峰的峰顶温度为T1,所述第二放热峰的峰顶温度为T2,所述第三放热峰的峰顶温度为T3,其中,所述电池400满足关系式: $2 \leq (T2-T1)/(T3-T2) \leq 4.5$ 。

[0063] 可以理解地,第一放热峰的峰顶温度小于第二放热峰的峰顶温度,第二放热峰的峰顶温度小于第三放热峰的峰顶温度。

[0064] 可以理解地,进行差示扫描量热曲线测试时,所述负极材料为负极极片410满电状态下的负极材料,即将电池400充电至满电状态,即电池400的荷电状态为95%至105%时,对电池400进行拆解,去除负极极片410,将负极极片410上的负极材料用陶瓷刀片刮下后,与电解液混合,形成负极材料与电解液的混合物,再将混合物进行差示扫描量热曲线测试。

[0065] 需要说明的是,当所述电池400的荷电状态为95%至105%时,电池400处于满电状态,即此时电池400为充满电的状态。换言之,电池400满电状态时,电池400的荷电状态可以为但不限于为95%、96%、97%、98%、99%、100%、101%、102%、103%、104%、105%等。

[0066] 需要说明的是,所述第一放热峰为负极极片410或负极材料的固体电解质界面膜(Solid Electrolyte Interface,简称SEI膜)分解的放热峰。第二放热峰为电解液与负极材料发生反应的放热峰,第二放热峰产生的热量最快,温度升高最快,最容易导致热失控。第三放热峰为负极材料中的粘结剂等分解的放热峰。

[0067] 需要说明的是,第一放热峰的峰顶温度指第一放热峰放热速率最快时的温度,即第一放热峰的最高点的温度。第二放热峰的峰顶温度指第二放热峰放热速率最快时的温度,即第二放热峰的最高点的温度。第三放热峰的峰顶温度指第三放热峰放热速率最快时的温度,即第三放热峰的最高点的温度。

[0068] 定义所述第二放热峰的峰顶温度T2与所述第一放热峰的峰顶温度T1的差值为 $\Delta T1$,则 $\Delta T1 = T2 - T1$,定义所述第三放热峰的峰顶温度T3与所述第二放热峰的峰顶温度T2的差值为 $\Delta T2$,则 $\Delta T2 = T3 - T2$,且 $2 \leq \Delta T1 / \Delta T2 \leq 4.5$ 。

[0069] 具体地, $\Delta T1 / \Delta T2$ 可以为但不限于为2、2.2、2.4、2.6、2.8、3.0、3.2、3.4、3.6、3.8、4.0、4.2、4.4、4.5等。 $\Delta T1 / \Delta T2$ 太大,说明第二放热峰后移,更靠近第三放热峰,这说明负极材料与电解液的反应较晚,负极材料中的粘结剂可能较多,这可以使得电池400的耐热性能有所改善,但是,会降低电池400的循环性能,降低电池400的循环容量保持率; $\Delta T1 / \Delta T2$ 太小,则说明第二放热峰前移或提前,更靠近第一放热峰,这说明负极材料与电解液的反应过早,放热过快,很快就到达峰顶温度,电池400在使用过程中或过充状态下更容易发生冒烟、起火、爆炸等热失控,降低了电池400的安全性能。当 $\Delta T1 / \Delta T2$ 位于2至4.5之间时,更好的提高电池400耐热性能的同时,又可以使得电池400具有更好的循环性能,具有更高的循环容量保持率。

[0070] 进一步地,电池400满足关系式: $2.5 \leq \Delta T1 / \Delta T2 \leq 4$,当电池400满足这个关系式时,该电池400具有更高的容量保持率,同时又具有较好的耐热性能及耐过充性能。

[0071] 又进一步地,电池400满足关系式: $2.8 \leq \Delta T1 / \Delta T2 \leq 3.5$,当电池400满足这个关系式时,该电池400具有更高的容量保持率,同时又具有较好的耐热性能及耐过充性能。

[0072] 本申请实施例的电池400包括负极极片410及电解液,所述负极极片410包括负极材料,当电池400满电状态时,所述负极材料与所述电解液的混合物的DSC曲线具有第一放热峰、第二放热峰及第三放热峰,所述第二放热峰的峰顶温度与所述第一放热峰的峰顶温度差值 $\Delta T1$ 及所述第三放热峰的峰顶温度与所述第二放热峰的峰顶温度的差值 $\Delta T2$ 满足 $2 \leq \Delta T1 / \Delta T2 \leq 4.5$,从而可以使得该电池400在具有较好的循环性能的同时,可以具有较好的耐热性能,且在电池400过充时,具有较低的温度,更不易于发生冒烟、起火或爆炸等安全事故,从而具有较好的耐过充性能。

[0073] 在本申请的一些实施例中,所述电池400还满足关系式: $50^\circ\text{C} \leq T2 - T1 \leq 150^\circ\text{C}$ 。换言之,所述第二放热峰的峰顶温度 $T2$ 与所述第一放热峰的峰顶温度 $T1$ 的差值为: $50^\circ\text{C} \leq \Delta T1 \leq 150^\circ\text{C}$ 。具体地, $T2 - T1$ 可以为但不限于为 50°C 、 60°C 、 70°C 、 80°C 、 90°C 、 100°C 、 110°C 、 120°C 、 130°C 、 140°C 、 150°C 等。 $T2 - T1$ 太小(即 $\Delta T1$ 太小),则说明第二放热峰前移或提前,更靠近第一放热峰,说明负极材料与电解液的反应过早,放热过快,很快就到达峰顶温度,电池400在使用过程中或过充状态下更容易发生冒烟、起火、爆炸等热失控,降低了电池400的安全性能; $T2 - T1$ 太大,第二放热峰后移,更靠近第三放热峰,这说明负极材料与电解液的反应较晚,负极材料中的粘结剂可能较多,这可以使得电池400的耐热性能有所改善,但是,会降低电池400的循环性能,降低电池400的循环容量保持率。

[0074] 进一步地,所述第二放热峰的峰顶温度 $T2$ 与所述第一放热峰的峰顶温度 $T1$ 的差值为: $65^\circ\text{C} \leq \Delta T1 \leq 130^\circ\text{C}$ 。当所述第二放热峰的峰顶温度 $T2$ 与所述第一放热峰的峰顶温度 $T1$ 的差值处于这个范围时,可以使得该电池400在具有较好的循环性能的同时,可以具有较好的耐热性能,在电池400过充时,具有较低的温度,更不易于发生冒烟、起火或爆炸等安全事故,从而具有较好的耐过充性能。

[0075] 在本申请的一些实施例中,所述电池400满足关系式: $10^\circ\text{C} \leq T3 - T2 \leq 120^\circ\text{C}$ 。换言之,所述第三放热峰的峰顶温度 $T3$ 与所述第二放热峰的峰顶温度 $T2$ 的差值为: $10^\circ\text{C} \leq \Delta T2 \leq 120^\circ\text{C}$ 。具体地, $T3 - T2$ 可以为但不限于为 10°C 、 20°C 、 30°C 、 40°C 、 50°C 、 60°C 、 70°C 、 80°C 、 90°C 、 100°C 、 110°C 、 120°C 等。 $T3 - T2$ 太小(即 $\Delta T2$ 太小),第二放热峰与第三放热峰太近,第二放热峰后移或偏后,说明负极材料中粘结剂的含量过多,这可以使得电池400的耐热性能有所改善,但是,会降低电池400的循环性能,降低电池400的循环容量保持率; $T3 - T2$ 太大(即 $\Delta T2$ 太大),则第二放热峰与第三放热峰太远,说明第二放热峰前移,负极材料与电解液的反应提前或过早,过快达到第二放热峰的峰值温度,电池400在使用过程中或过充状态下更容易发生冒烟、起火、爆炸等热失控,降低了电池400的安全性能。

[0076] 进一步地,所述第三放热峰的峰顶温度 $T3$ 与所述第二放热峰的峰顶温度 $T2$ 的差值为 $20^\circ\text{C} \leq T3 - T2 \leq 80^\circ\text{C}$ 。当所述第三放热峰的峰顶温度 $T3$ 与所述第二放热峰的峰顶温度 $T2$ 的差值处于这个范围时,可以使得电池400的负极材料与电解液在合适的时间发生反应,具有较好的安全性能,同时又可以具有合适的粘结剂,使得电池400具有较好的耐热性,在电池400过充时,具有较低的温度,更不易于发生冒烟、起火或爆炸等安全事故,从而具有较好的耐过充性能。

[0077] 在本申请的一些实施例中,所述第一放热峰的峰顶温度 $T1$ 的范围为: $110^\circ\text{C} \leq T1 \leq$

190℃。具体地,第一放热峰的峰顶温度T1可以为但不限于为110℃、120℃、130℃、140℃、150℃、160℃、170℃、180℃、190℃等。在本实施例中,第一放热峰的峰顶温度T1太小,则说明SEI膜的分解过早,SEI膜分解过早,会带来电解液中活性锂的损失以至于电池400的容量低;第一放热峰的峰顶温度T1太大,则说明SEI膜的分解较晚,电池400耐热性能有所改善,但可能带来循环性能衰减过快。

[0078] 进一步地,所述第一放热峰的峰顶温度T1的范围为: $130^{\circ}\text{C} \leq T1 \leq 175^{\circ}\text{C}$ 。这样可以使得电池400具有较高的容量的同时,又具有较高的循环容量保持率。

[0079] 在本申请的一些实施例中,所述第二放热峰的峰顶温度T2的范围为: $200^{\circ}\text{C} \leq T2 \leq 265^{\circ}\text{C}$ 。具体地,所述第二放热峰的峰顶温度T2可以为但不限于为200℃、205℃、210℃、220℃、230℃、240℃、250℃、260℃、265℃等。在本实施例中,所述第二放热峰的峰顶温度T2太小,则说明第二放热峰前移,负极材料与电解液的反应提前或过早,过快达到第二放热峰的峰值温度,电池400在使用过程中或过充状态下更容易发生冒烟、起火、爆炸等热失控,降低了电池400的安全性能;所述第二放热峰的峰顶温度T2太大,第二放热峰后移或偏后,说明负极材料中粘结剂的含量过多,这可以使得电池400的耐热性能有所改善,但是,会降低电池400的循环性能,降低电池400的循环容量保持率。当所述第二放热峰的峰顶温度T2处于这个范围时,既可以使得电池400具有较好的耐过充性能,又可以使得电池400具有较高的循环容量保持率。

[0080] 进一步地,所述第二放热峰的峰顶温度T2的范围为: $225^{\circ}\text{C} \leq T2 \leq 260^{\circ}\text{C}$ 。当所述第二放热峰的峰顶温度T2处于这个范围时,既可以使得电池400具有较好的耐过充性能,又可以使得电池400具有较高的循环容量保持率。

[0081] 在本申请的一些实施例中,所述第三放热峰的峰顶温度T3的范围为: $270^{\circ}\text{C} \leq T3 \leq 320^{\circ}\text{C}$ 。具体地,所述第三放热峰的峰顶温度T3可以为但不限于为270℃、280℃、290℃、300℃、310℃、320℃等。第三放热峰的峰顶温度过高,可能给电池400带来容量低风险,第三放热峰的峰顶温度过低,则易使得电池400的耐热性能降低。

[0082] 进一步地,所述第三放热峰的峰顶温度T3的范围为: $280^{\circ}\text{C} \leq T3 \leq 300^{\circ}\text{C}$ 。这样可以使得电池400具有较高容量的他同时,又具有较好的耐热性能,从而具有更好的耐过充性能。

[0083] 可选地,所述第一放热峰的温度区间T1'的范围 $100^{\circ}\text{C} \leq T1' \leq 200^{\circ}\text{C}$ 。可以理解地,所述第一放热峰的起始温度及终止温度均在100℃与200℃之间。还可以理解地,第一放热峰在100℃至200℃之间的任意区间内。具体地,所述第一放热峰的温度区间T1'可以为但不限于为100℃、110℃、120℃、130℃、140℃、150℃、160℃、170℃、180℃、190℃、200℃等中任意两个数值之间的区间。例如:所述第一放热峰的温度区间T1'的范围 $110^{\circ}\text{C} \leq T1' \leq 150^{\circ}\text{C}$ 。又例如:所述第一放热峰的温度区间T1'的范围 $130^{\circ}\text{C} \leq T1' \leq 170^{\circ}\text{C}$ 。又例如:所述第一放热峰的温度区间T1'的范围 $120^{\circ}\text{C} \leq T1' \leq 150^{\circ}\text{C}$ 等。

[0084] 可选地,所述第二放热峰的温度区间T2'的范围 $150^{\circ}\text{C} \leq T2' \leq 290^{\circ}\text{C}$ 。可以理解地,所述第二放热峰的起始温度及终止温度均在180℃与290℃之间。还可以理解地,第二放热峰在190℃至290℃之间的任意区间内。具体地,所述第二放热峰的温度区间T2'可以为但不限于为150℃、160℃、170℃、180℃、190℃、200℃、210℃、220℃、230℃、240℃、250℃、260℃、270℃、280℃、290℃等中任意两个数值之间的区间。例如:所述第二放热峰的温度区间

$T2'$ 的范围 $200^{\circ}\text{C} \leq T2' \leq 210^{\circ}\text{C}$ 。又例如:所述第二放热峰的温度区间 $T2'$ 的范围 $220^{\circ}\text{C} \leq T2' \leq 260^{\circ}\text{C}$ 。又例如:所述第二放热峰的温度区间 $T2'$ 的范围 $230^{\circ}\text{C} \leq T2' \leq 250^{\circ}\text{C}$ 等。

[0085] 可选地,所述第三放热峰的温度区间 $T3'$ 的范围 $250^{\circ}\text{C} \leq T3' \leq 350^{\circ}\text{C}$ 。可以理解地,所述第三放热峰的起始温度及终止温度均在 250°C 与 350°C 之间。还可以理解地,第三放热峰在 250°C 至 350°C 之间的任意区间内。具体地,所述第三放热峰的温度区间 $T3'$ 可以为但不限于为 250°C 、 260°C 、 270°C 、 275°C 、 280°C 、 285°C 、 290°C 、 295°C 、 300°C 、 305°C 、 310°C 、 315°C 、 320°C 、 330°C 、 340°C 、 350°C 等中任意两个数值之间的区间。例如:所述第三放热峰的温度区间 $T3'$ 的范围 $270^{\circ}\text{C} \leq T3' \leq 300^{\circ}\text{C}$ 。又例如:所述第三放热峰的温度区间 $T3'$ 的范围 $290^{\circ}\text{C} \leq T3' \leq 320^{\circ}\text{C}$ 。又例如:所述第三放热峰的温度区间 $T3'$ 的范围 $280^{\circ}\text{C} \leq T3' \leq 310^{\circ}\text{C}$ 等。

[0086] 在本申请的一些实施例中,所述混合物中,所述负极材料与所述电解液的质量比 M 的范围为: $0.75 \leq M \leq 0.78$ 。具体地,在所述混合物中,所述负极材料与所述电解液的质量比 M 可以为但不限于为 0.75 、 0.755 、 0.76 、 0.765 、 0.77 、 0.775 、 0.78 等。所述混合物中所述负极材料与所述电解液的质量比 M 为 0.75 至 0.78 时,可以更好匹配电池 400 中负极极片 410 的负极材料与电解液的质量比,这样更能准确的测量并判断电池 400 的耐热性能及耐过充性能,可以更准确的判断电池 400 的安全性能。所述负极材料与所述电解液的质量比 M 太大,说明电池 400 中电解液太少,则负极材料与电解液的界面浸润不良,容易出现局部析锂现象(即充电过程中正极极片的 Li 跑到负极极片 410,形成死锂,即使电池 400 放电后,也不会回到正极),从而使得电池 400 随着充放电次数的增加,容量逐渐降低或降低过快,降低了电池 400 的循环容量保持率,导致电池 400 的循环性能恶化。所述负极材料与所述电解液的质量比 M 太小,说明电解液的含量过多,这样在电池 400 满电后,负极极片 410 的膨胀容易导致电池 400 鼓包,降低了电池 400 的安全性。

[0087] 在本申请的一些实施例中,所述电解液包括六氟磷酸锂 (LiPF_6) 及双氟磺酰亚胺锂 (LiFSI),所述电解液中,所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ϵ 的范围为: $0.3 \leq \epsilon \leq 20$ 。具体地,所述电解液中,所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ϵ 可以为但不限于为 0.3 、 0.5 、 1 、 2 、 4 、 6 、 8 、 10 、 12 、 14 、 16 、 18 、 20 等。双氟磺酰亚胺锂由于具有稳定性高(分解温度高于 200°C ,换言之,在 200°C 以下不会发生分解)、其具有低温性能优异、水解稳定性好和环境更友好等优点,因此,采用适当配比的所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂作为电解液,可以降低电池 400 的前期产热量,改善电池 400 的循环性能。双氟磺酰亚胺锂的含量过低,即所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ϵ 过大时,对降低电池 400 前期产热及改善循环性能无明显效果;过多的双氟磺酰亚胺锂,即所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ϵ 过小,则双氟磺酰亚胺锂容易在正极极片的表面被氧化,反而给电池 400 的高温性能带来恶化风险;且过多的双氟磺酰亚胺锂容易使得电解液的粘度上升,锂离子的传输速率降低,动力学反而下降,更重要的是过高浓度的双氟磺酰亚胺锂在高电位下容易分解,在高温下产热量更大,且有爆炸风险,降低了电池 400 的安全性能。

[0088] 进一步地,所述电解液中,所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ϵ 的范围为: $0.5 \leq \epsilon \leq 10$ 。这样既可以使得电池 400 具有较高的循环容量保持率,又具有更好的耐热性能及耐过充性能,提高电池 400 的安全性能。

[0089] 又进一步地,所述电解液中,所述六氟磷酸锂与所述双氟磺酰亚胺锂的质量比 ϵ 的范围为: $0.6 \leq \epsilon \leq 5$ 。这样既可以使得电池 400 具有较高的循环容量保持率,又具有更好的耐

热性能及耐过充性能,提高电池400的安全性能。

[0090] 在一些实施例中,所述电解液还包括有机溶剂。所述有机溶剂包括碳酸乙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯中的至少一种。

[0091] 在一些实施例中,所述电解液还包括添加剂。所述添加剂包括碳酸亚乙烯酯(简称VC)、氟代碳酸乙烯酯(简称FEC)中的至少一种。在本实施例中,在电解液中加入添加剂,可以电池400的过充性能。

[0092] 可选地,在所述电解液中所述碳酸亚乙烯酯的质量分数的范围为0%至5%。具体地,在所述电解液中所述碳酸亚乙烯酯的质量分数可以为但不限于为0%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%等。

[0093] 可选地,在所述电解液中所述氟代碳酸乙烯酯的质量分数的范围为0%至3%。具体地,在所述电解液中所述氟代碳酸乙烯酯的质量分数可以为但不限于为0%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%等。

[0094] 本申请实施例中,当涉及到数值范围a至b时,如未特别指明,表示该数值可以为a至b之间的任意数值,包括端点数值a及端点数值b。

[0095] 可选地,负极材料包括负极活性颗粒、第一导电剂、增稠剂及第一粘结剂。

[0096] 可选地,负极活性颗粒可以为但不限于为石墨、天然石墨、人造石墨、硅碳负极活性颗粒、硬碳等中的至少一种。

[0097] 可选地,第一导电剂可以为但不限于为导电碳黑(简称SP)。增稠剂可以为但不限于为羧甲基纤维素钠(简称CMC)。第一粘结剂可以为但不限于为丁苯乳胶或丁苯橡胶(简称SBR)。

[0098] 在本申请的一些实施例中,所述负极材料包括负极活性颗粒,所述负极活性颗粒的过充粒径的范围为: $12\mu\text{m}\leq D50\leq 18\mu\text{m}$ 。具体地,所述负极活性颗粒的D50粒径可以为但不限于为 $12\mu\text{m}$ 、 $13\mu\text{m}$ 、 $14\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $16\mu\text{m}$ 、 $17\mu\text{m}$ 、 $18\mu\text{m}$ 等。

[0099] 在本实施例中,负极活性颗粒的D50过大时,则负极活性颗粒在负极极片410制备时辊压过程中及充放电循环过程中,容易发生开裂,此外,负极活性颗粒尺寸过大,则负极活性颗粒的比表面积较小,负极材料与电解液的接触较少,离子的传输速率降低,使得电池400的动力学性能变差,此外,锂的沉积过程,容易造成锂的堆积,从而容易产生析锂现象,从而降低了电池400的循环性能,再者会增加副反应,放热量增大,降低了电池400的安全性能;负极活性颗粒的D50过小,则负极活性颗粒与电极液的接触面积较大,在SEI膜成膜时需要消耗更多的锂盐,使得电池400的循环性能恶化,且充电过程中负极活性颗粒与电解液的反应过快,产热量过多,温度升温过快,容易发生热失控等安全事故,降低了电池400的安全性能。

[0100] D50粒径指一个样品的累计粒度分布百分数达到50%时所对应的粒径。

[0101] 请一并参见图8,可选地,负极极片410还包括负极集流体411及负极活性层413,所述负极活性层设置于所述负极集流体411的表面。所述负极活性层413采用所述负极材料形成的浆液涂覆与负极集流体411的表面,经烘干、辊压等工艺形成。

[0102] 可选地,负极集流体411可以为但不限于为铜片。

[0103] 请再次参见图7,可选地,所述电池400还包括隔膜430及正极极片450,所述正极极片450与所述负极极片410设置于所述隔膜430的相对两侧。

[0104] 可以理解地,所述正极极片450、所述隔膜430及所述负极极片410依次层叠设置。可以理解地,所述正极极片450及所述负极极片410至少部分浸润于所述电解液中。

[0105] 请参见图9,可选地,所述正极极片450包括正极集流体451及正极活性层453,所述正极活性层453设置于所述正极集流体451的表面。

[0106] 可选地,正极活性层453包括正极活性颗粒、第二导电剂及第二粘结剂。可选地,正极活性颗粒可以为但不限于为磷酸铁锂。第二导电剂可以为但不限于为导电炭黑。第二粘结剂可以为但不限于为聚偏二氟乙烯(简称PVDF)。

[0107] 可选地,所述正极集流体451可以为但不限于为铝片。

[0108] 可选地,所述隔膜430可以为但不限于为聚丙烯膜(PP)、聚乙烯膜(PE)中的至少一种。

[0109] 请再次参见图6及图7,在一些实施例中,所述电池400还包括壳体470及盖板490,所述壳体470具有收容腔471,所述收容腔471用于设置所述负极极片410、隔膜430、正极极片450及电解液,所述盖板490用于封闭所述收容腔471。可以理解地,层叠设置的负极极片410、隔膜430及正极极片450组成电极组件,电极组件呈卷绕式结构或叠片式结构设置于所述收容腔471内。

[0110] 以下通过具体实施例对本申请实施例的电池400做进一步的描述。

[0111] 实施例1至实施例7、对比例1至对比例3

[0112] 各实施例及对比例的电池400通过以下步骤进行制备:

[0113] (1) 正极极片450的制备:将磷酸铁锂(正极活性颗粒)、导电炭黑(第二导电剂SP)、聚偏二氟乙烯(第二粘结剂PVDF)按照质量比97:0.5:0.7分散至N-甲基吡咯烷酮(简称NMP)溶剂中,同时加入不同质量百分比的PVDF,进行混合均匀得到正极浆料;将正极浆料涂布于正极集流体451铝箔上,经过烘干、冷压、分条、裁片后,得到正极极片450。

[0114] (2) 负极极片410的制备:将人造石墨(负极活性颗粒)、导电炭黑(第一导电剂SP)、羧甲基纤维素钠(增稠剂CMC)及丁苯橡胶(第一粘结剂SBR)按照质量比96.5:0.5:1:2分散于去离子水中进行混合均匀得到负极浆料,将负极浆料涂布于负极集流体411铜箔上,经过烘干、冷压、分条、裁片后,得到负极极片410。

[0115] (3) 电解液配置:在水分含量 ≤ 1 ppm的氩气气氛手套箱中,将碳酸乙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯按照质量比1:1:1进行混合作为有机溶剂,将干燥的电解质六氟磷酸锂和双氟磺酰亚胺锂以一定比例添加溶解到溶剂中,搅拌至完全溶解均匀并进行冷却至室温,最后加入添加剂混合均匀后获得电解液。关于各实施例及对比例的电解液的组分及含量如下表1所示:

[0116] 表1各实施例及对比例的电解液的组成

示例	六氟磷酸锂 (wt%)	双氟磺酰亚胺锂 (wt%)	碳酸亚乙烯酯 (wt%)	氟代碳酸乙烯酯 (wt%)
实施例 1	5%	6.25%	1%	1%
实施例 2	5%	6.25%	1%	1%
实施例 3	5%	6.25%	1.5%	1%
实施例 4	8%	2.67%	1.5%	1%
实施例 5	5%	6.25%	1.5%	1%
实施例 6	5%	6.25%	1.5%	1%
实施例 7	12%	0.57%	1%	1%
对比例 1	5%	6.25%	/	1%
对比例 2	5%	6.25%	1%	/
对比例 3	2%	7.14%	1%	1%

[0118] (4) 隔膜430的制备:以16um的聚乙烯薄膜为隔膜430。

[0119] (5) 电池400的制备:将制备得到的正极极片450、隔膜430、负极极片410依次层叠形成电极组件,将电极组件进行卷绕形成裸电芯,焊接极耳后将电芯装配到壳体470中,注入制备得到的电解液后,焊接盖板490对电芯进行封装、静置、化成、整形、容量测试等,最终制备得到电池400。

[0120] 电池400性能测试

[0121] (1) DSC测试:将电池400以0.5C的充电倍率进行恒流充电至电压为3.65V,再恒压充电至充电倍率达到0.05C,从而使电池400达到满充,满充后对电池400进行拆解,取其中负极极片410,在手套箱中刮掉表面的负极材料(又称负极粉末),取0.78g负极极片410粉末和1g电解液进行混合放置入镀金坩埚中,于DSC设备中进行DSC曲线测试,测试过程中,DSC设备内氮气(N₂)流量为50ml/min,升温速度为5K/min(即5℃/min),温升范围为30℃至450℃(即自30℃升温至450℃)。各实施例及对比例的电池400的T₁、T₂、T₃及ΔT₁/ΔT₂请参见下表2。实施例5的DSC测试图谱如图10所示。

[0122] (2) 电池400循环容量保持率测试:将电池400在充放电仪上进行充放电循环测试,测试温度为45℃,循环倍率为1C(即充电倍率与放电倍率均为1C),充电电压为2.5V到3.65V,计算循环充放电n次后的容量保持率。45℃循环的容量保持率计算公式为:第n次循环后的容量保持率=(第n次循环后的放电容量/循环第一圈的放电容量)×100%。各实施例及对比例的电池400在1000次循环后的容量保持率请参见下表2。

[0123] (3) 电池400过充测试

[0124] 将电池400在充放电仪上进行测试,在(25±2)℃下静置5h;以1C的放电倍率放电至2.5V,以将电池400的电量放干净,再以1C充电倍率充电至3.65V,静置10min;转移至过充测试仪器上进行测试,以1C充电倍率进行恒电流充电,使电池400的电压达到5.475V(即电压为满充状态电压的1.5倍),观察1h,记录电池400是否有膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸现象,并测量电池400过充时的峰值温度T₄。在电池400的大面(即面积最大的表面)上设置感温线,测量电池400的温度数据,温度越高,说明该电池400过充发生危险的几率越高。各实施例及对比例的电池400过充时的峰值温度T₄请参见下表2。

[0125] 在过充安全测试中,连续充电使得电压升至1.5倍V_{max}(满电状态电压),此时电芯在持续充电过程中,电压升高,电解液在正极发生氧化反应,反应所产生的反应热累积在电芯中,当热量达到一定程度时,在高温的作用下,电解液与正极的反应进一步加剧,此时可能造成不可逆性的热累积,在这种热量累积带来的高温下,隔膜430发生熔融、破裂,导致正

负极接触,此时电芯极可能发生着火、爆炸。过充评级标准:1) 电池400未出现漏液为一级达标;2) 电芯出现漏液但是未出现冒烟及热失控为二级达标;3) 电芯出现漏液、冒烟,且发生热失控,但是未起火、未爆炸,为三级达标;4) 电芯出现起火或爆炸,为四级,即不达标。

[0126] 表2各实施例及对比例的相关参数及测试数据

示例	T1(°C)	T2(°C)	T3(°C)	$\Delta T1/\Delta T2$	D50 (μm)	ε	T4(°C)	1000 圈循环容量保持率
实施例 1	140	260	290	4	14.2	0.8	95°C	91.3%
实施例 2	140	252	290	2.95	16	0.8	100°C	92.0%
实施例 3	142	250	292	2.57	14.2	0.8	102°C	91.0%
实施例 4	140	250	292	2.62	14.2	3	105°C	90.0%
实施例 5	135	255	300	2.67	11	0.8	140°C	88.0%
实施例 6	140	250	290	2.75	19	0.8	90°C	83.0%
实施例 7	139	250	290	2.78	14.2	21	120°C	86.2%
对比例 1	142.8	257	282	4.568	14.2	0.8	110°C	83%
对比例 2	191	253	289	1.72	14.2	0.8	170°C	91.0%
对比例 3	143	256	280	4.71	14.2	0.28	100°C	83%

[0128] 由实施例1至实施例7的测试数据可知,当 $\Delta T1/\Delta T2$ 的数值处于2至4.5之间时,电池400在过充(即过充至电压为满充电压的1.5倍)时,电池400表面的峰值温度(即最大温度)均小于或等于140°C,具有较低的过充峰值温度,不易于发生漏液、冒烟、起火、爆炸等热失控风险,具有较高的安全性能。此外,经过1000次的充放电循环后,电池400的循环容量保持率均大于83%,具有较高的循环容量保持率。

[0129] 由实施例1、实施例3及实施例4的测量数据可知,当 $2 \leq \Delta T1/\Delta T2 \leq 4.5$ 时,随着 $\Delta T1/\Delta T2$ 数值的增加,电池400过充时,电池400表面的峰值温度有降低的趋势,这是由于负极活性颗粒与电解液的反应时间推迟,第二放热峰后移,逐渐靠近第三放热峰,从而使得电池400具有更好的耐过充性能。

[0130] 由实施例1、实施例3及对比例1及对比例2的测试数据可知, $\Delta T1/\Delta T2$ 为2至4.5之间时,过充时,电池400表面的峰值温度较低,具有较好的耐过充性能且具有加好的容量保持率;当 $\Delta T1/\Delta T2$ 大于4.5(如对比例1)时,虽然电池400也具有较好的耐过充性能,但是循环容量保持率大大下降;当 $\Delta T1/\Delta T2$ 小于2(如对比例2)时,虽然电池400具有较高的循环容量保持率,但是过充时,电池400表面的峰值温度较高,降低了电池400的耐过充性能。

[0131] 由实施例1至实施例4及实施例7的测试数据可知,当负极活性颗粒的D50为: $12\mu\text{m} \leq D50 \leq 18\mu\text{m}$, 且 $2 \leq \Delta T1/\Delta T2 \leq 4.5$ 时,电池400在过充(即过充至电压为满充电压的1.5倍)时,电池400表面的峰值温度(即最大温度)位于95°C至120°C之间,具有较低的过充峰值温度,从而在电池400过充时,更不易于发生漏液、冒烟、起火、爆炸等热失控风险,具有较高的安全性能。

[0132] 由实施例5的测试数据可知,当负极活性颗粒的D50小于12 μm (即D50=11 μm 时),相较于实施例2中D50处于12 μm 至18 μm 之间的方案,电池400在过充时峰值温度为140°C,具有更高的过充峰值温度,这是由于负极活性颗粒与电极液的接触面积较大,在充电过程中负极活性颗粒与电解液的反应较快,产热量较多,因此具有较高的过充峰值温度,相较于实施例1至实施例4及实施例7的方案,均具有较高的过充峰值温度,更易于发生热失控等安全事故,降低了电池400的安全性能。此外,由于负极活性颗粒与电极液的反应较快,温度过快升高,加快了副产物的形成,因此,相较于实施例1至实施例4,实施例5具有较大的循环容量保

持率。

[0133] 由实施例6的测试数据可知,当负极活性颗粒的D50大于 $18\mu\text{m}$ (即 $D50=19\mu\text{m}$ 时),相较于实施例2中D50处于 $12\mu\text{m}$ 至 $18\mu\text{m}$ 之间的方案,电池400在过充时峰值温度为 90°C ,具有更低的过充峰值温度,这是由于负极活性颗粒的比表面积较小,负极材料与电解液的接触较少,反应较慢,放热较少,因此过充峰值温度较低;此外,离子的传输速率降低,使得电池400的动力学性能变差充电过程中锂的沉积过程,容易造成锂的堆积,从而容易产生析锂现象,从而降低了电池400的循环性能,因此,相较于实施例1至实施例4循环容量保持率有所降低。

[0134] 在本申请中提及“实施例”“实施方式”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现所述短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是,本申请所描述的实施例可以与其它实施例相结合。此外,还应该理解的是,本申请各实施例所描述的特征、结构或特性,在相互之间不存在矛盾的情况下,可以任意组合,形成又一未脱离本申请技术方案的精神和范围的实施例。

[0135] 最后应说明的是,以上实施方式仅用以说明本申请的技术方案而非限制,尽管参照以上较佳实施方式对本申请进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本申请的技术方案进行修改或等同替换都不应脱离本申请技术方案的精神和范围。

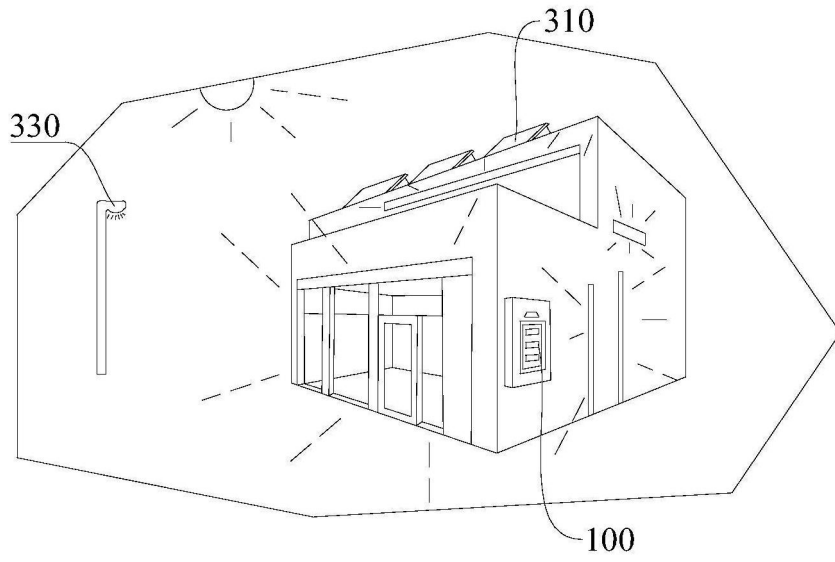


图1

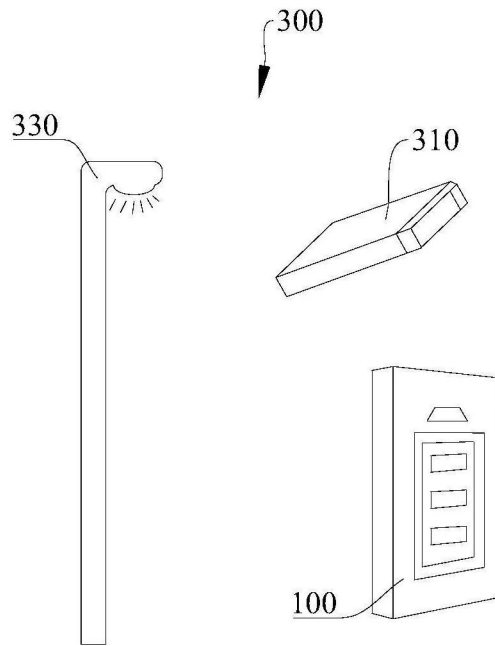


图2

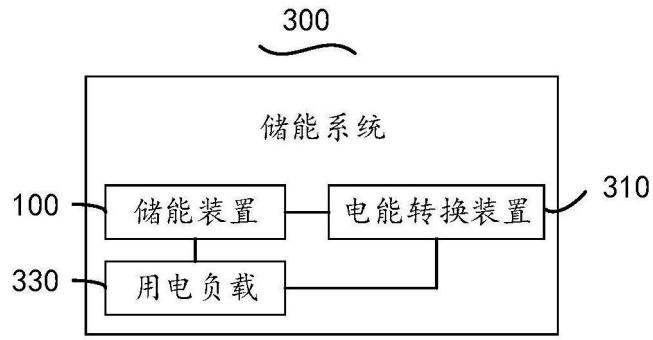


图3

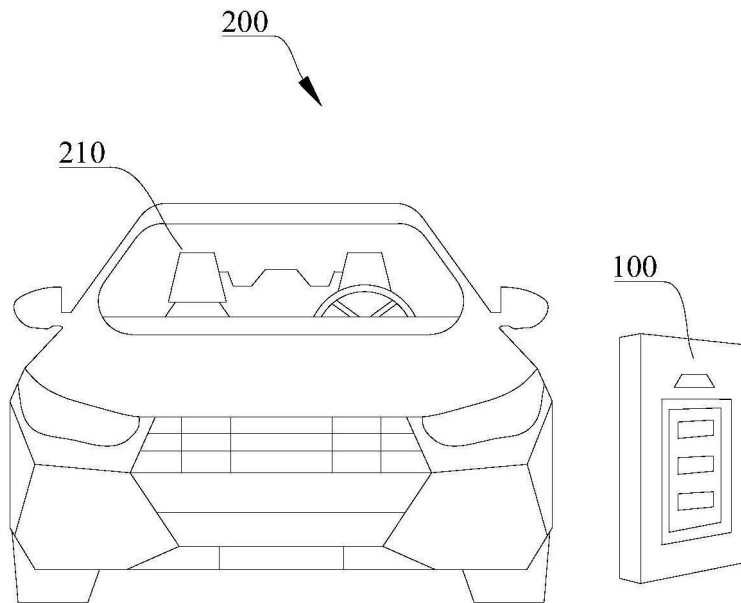


图4

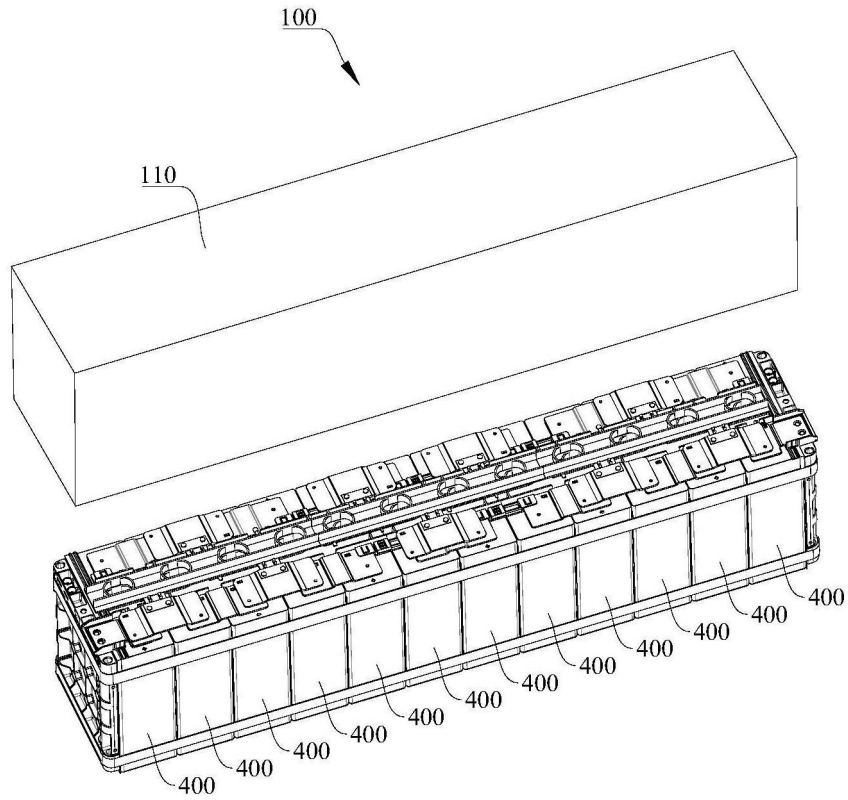


图5

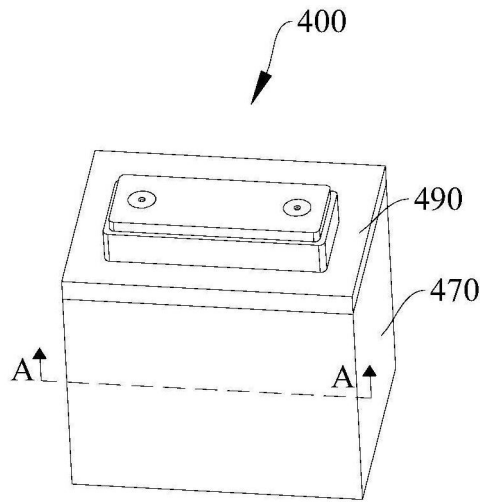


图6

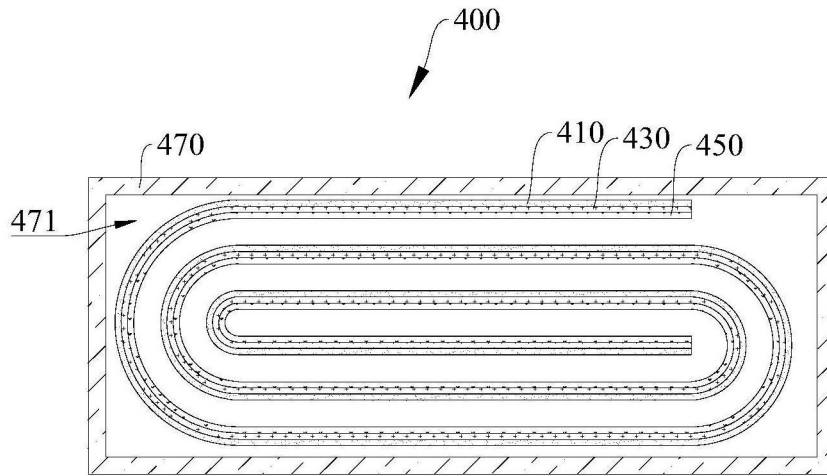


图7

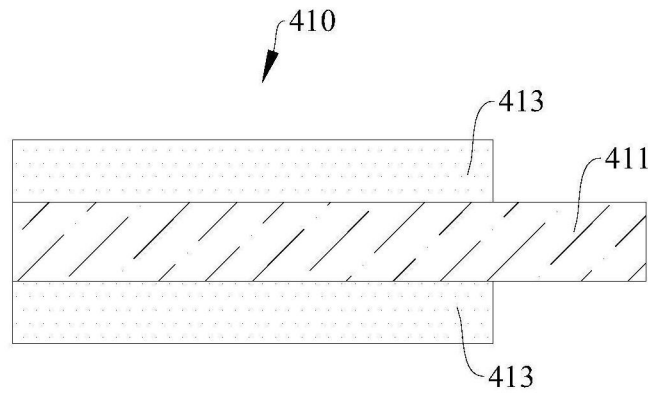


图8

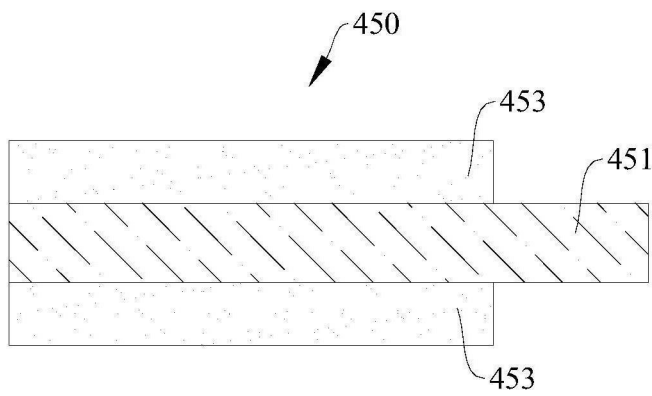


图9

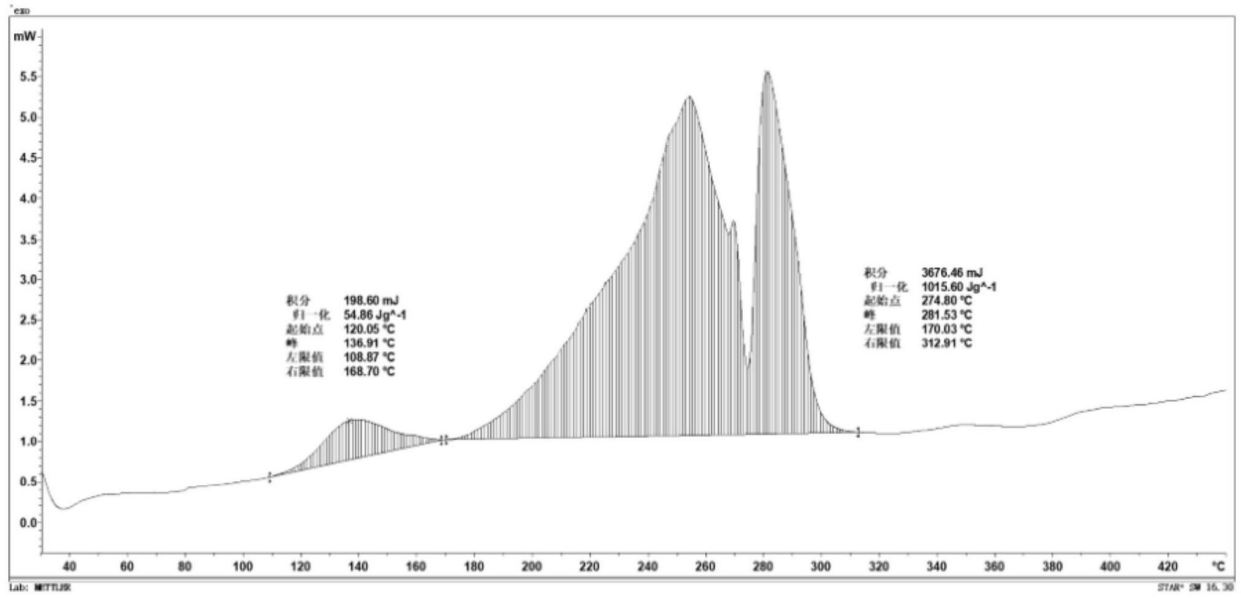


图10