

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2024年6月6日 (06.06.2024)

(10) 国际公布号
WO 2024/114565 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01M 4/36 (2006.01) H01M 4/58 (2010.01)
H01M 4/136 (2010.01) H01M 10/0525 (2010.01)
H01M 4/525 (2010.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/134282
- (22) 国际申请日: 2023年11月27日 (27.11.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211505245.0 2022年11月28日 (28.11.2022) CN
- (71) 申请人: 兰钧新能源科技有限公司
(**BATTEROTECH CORPORATION LIMITED**) [CN/
CN]; 中国浙江省嘉兴市嘉善县惠民街道松
海路99号, Zhejiang 314112 (CN)。
- (72) 发明人: 任瑞丽(**REN, Ruili**); 中国上海市奉贤区浦
卫公路9855号1幢202室, Shanghai 201417 (CN)。
- (74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所(**LIU, SHEN &
ASSOCIATES**); 中国北京市海淀区彩和坊路10
号1号楼10层, Beijing 100080 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ,
IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,
MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** POSITIVE ELECTRODE MATERIAL AND PREPARATION METHOD THEREFOR, AND POSITIVE ELECTRODE PLATE, BATTERY AND APPARATUS

(54) 发明名称: 正极材料及其制备方法、正极极片、电池、以及装置

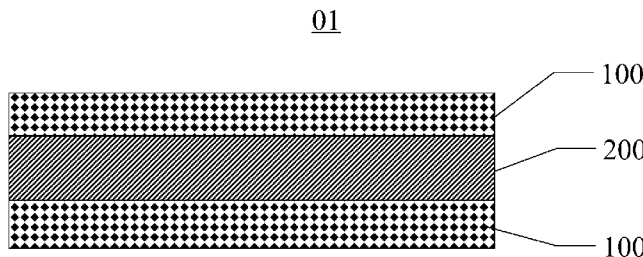
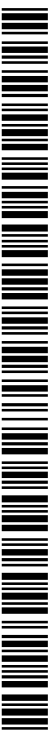


图 1

$$\alpha = (W_1 \times \quad) \quad (I)$$

$$\left(\frac{448}{C1 \times U1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C2 \times U2} \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right) \quad (II)$$

(57) **Abstract:** Provided are a positive electrode material and a preparation method therefor, and a positive electrode plate, a battery and an apparatus. The positive electrode material comprises a positive electrode active material, which comprises a first component and a second component, wherein the thermal stability of the first component is higher than the thermal stability of the second component. The positive electrode material satisfies: α is a characteristic parameter of the positive electrode material, W_1 is a mass proportion of the first component in the positive electrode active material, W_2 is a mass proportion of the second component in the positive electrode active material, $C1$ is the gram volume of the first component, $C2$ is the gram volume of the second component, $U1$ is an operation voltage of the first component, $U2$ is an operation voltage of the second component, T is the temperature of the second component at an exothermic peak in a differential scanning calorimetry representation, and $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$. In the embodiments of the present disclosure, a first component having a



WO 2024/114565 A1

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

relatively high thermal stability is mixed with a second component having a relatively low thermal stability, such that the thermal stability of a positive electrode material can be improved, thereby achieving a relatively high safety performance.

(57) 摘要: 提供一种正极材料及其制备方法、正极极片、电池、以及装置。正极材料包括正极活性物质, 包括第一组分和第二组分。第一组分的热稳定性高于第二组分的热稳定性, 正极材料满足: 为正极材料的特性参数, W_1 为第一组分占正极活性物质的质量比, W_2 为第二组分占正极活性物质的质量比, C_1 为第一组分的克容量, C_2 为第二组分的克容量, U_1 为第一组分的工作电压, U_2 为第二组分的工作电压, T 为第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度, $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。本公开实施例通过将热稳定性较高的第一组分与热稳定性较低的第二组分进行掺混, 可使正极材料的热稳定性得以提高, 以具有较高的安全性能。

正极材料及其制备方法、正极极片、电池、以及装置

本申请要求于 2022 年 11 月 28 日递交的中国专利申请 202211505245.0 号的优先权，在此全文引用上述中国专利申请公开的内容以作为本申请的一部分。

技术领域

本公开的实施例涉及一种正极材料及其制备方法、正极极片、电池、以及装置。

背景技术

锂离子电池具有工作电压高、比能量大、循环寿命长及无记忆效应等特点，被广泛应用于各个领域，例如新能源汽车动力系统。安全性和能量密度作为动力锂离子电池的关键指标，已成为锂离子电池产业化过程中的研究重点。在兼顾能量密度的前提下，提供一种安全性能高的锂离子电池，成为目前亟待突破的难题。

发明内容

本公开的至少一实施例涉及一种正极材料、含有该正极材料的正极极片、含有该正极极片的电池、含有该电池的装置及该正极材料的制备方法。

本公开的至少一实施例提供一种正极材料，包括正极活性物质，正极活性物质包括第一组分和第二组分，第一组分的热稳定性高于第二组分的热稳定性，正极材料满足：

$$\alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C_1 \times U_1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C_2 \times U_2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right),$$

其中， α 为所述正极材料的特性参数， W_1 为所述第一组分占所述正极活性物质的质量比， W_2 为所述第二组分占所述正极活性物质的质量比， C_1 为所述第一组分的克容量， C_2 为所述第二组分的克容量， C_1 和 C_2 的单位为 $\text{mA} \cdot \text{h/g}$ ， U_1 为所述第一组分的工作电压， U_2 为所述第二组分的工作电压， U_1 和 U_2 的单位为 V ， T 为所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度， T 的单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，其中， $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。

例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料中，所述第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度大于 306°C ，所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度小于或等于 306°C 。

5 例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料中，所述第一组分的克容量小于 $150\text{mA}\cdot\text{h/g}$ ，所述第二组分的克容量大于或等于 $150\text{mA}\cdot\text{h/g}$ 。

例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料中，所述第一组分包括橄榄石材料和尖晶石材料至少之一；所述第二组分包括层状结构材料，所述层状结构材料包括三元材料、钴酸锂、镍酸锂中的至少之一。

10 例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料中，所述第一组分包括磷酸铁锂、磷酸锰铁锂及锰酸锂中的至少之一。

例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料中，所述正极活性物质占所述正极材料的质量比为 $90\text{wt}\% - 98\text{wt}\%$ ，所述第一组分占所述正极材料的质量比为 $45\text{wt}\% \sim 49\text{wt}\%$ ，所述第二组分占所述正极材料的质量比为 $45\text{wt}\% \sim 49\text{wt}\%$ 。

15 例如，本公开的至少一实施例提供的正极材料还包括：正极导电剂以及正极粘结剂，其中，所述正极导电剂占所述正极材料的质量比为 $1\text{wt}\% - 5\text{wt}\%$ ；所述正极粘结剂占所述正极材料的质量比为 $1\text{wt}\% - 5\text{wt}\%$ 。

20 例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料中，所述第一组分包括 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{PO}_4$ ，且 $0 \leq x \leq 0.6$ ，所述第一组分的克容量 C_1 为 $140\text{mA}\cdot\text{h/g} \sim 160\text{mA}\cdot\text{h/g}$ ，所述第一组分的工作电压 U_1 为 3.2V 或 4.0V 。

例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料中，所述第二组分包括 $\text{LiNi}_z\text{Mn}_y\text{Co}_{(1-z-y)}\text{O}_2$ ，且 $0 < z < 1$ ， $0 < y < 1$ ， $0 < 1-z-y < 1$ ；所述第二组分的克容量 C_2 为 $150\text{mA}\cdot\text{h/g} \sim 220\text{mA}\cdot\text{h/g}$ ，所述第二组分的工作电压 U_2 为 $3.6\text{V} \sim 3.75\text{V}$ 。

25 本公开的至少一实施例还提供一种正极极片，包括上述任一项所述的正极材料。

本公开的至少一实施例还提供一种电池，包括如上述的正极极片。

本公开的至少一实施例还提供一种装置，包括上述的电池，所述电池被配置为作为所述装置的电源。

30 本公开的至少一实施例还提供一种正极材料的制备方法，包括：混合第一组分和第二组分，以制备正极活性物质，其中，所述第一组分的热稳

定性高于所述第二组分的热稳定性，并使所述正极活性物质满足：

$$\alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C_1 \times U_1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C_2 \times U_2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right),$$

其中， α 为所述正极材料的特性参数， W_1 为所述第一组分占所述正极活性物质的质量比， W_2 为所述第二组分占所述正极活性物质的质量比， C_1 为所述第一组分的克容量， C_2 为所述第二组分的克容量， C_1 和 C_2 的单位为 $\text{mA} \cdot \text{h/g}$ ， U_1 为所述第一组分的工作电压， U_2 为所述第二组分的工作电压， U_1 和 U_2 的单位为 V ， T 为所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度， T 的单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，其中， $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。

例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料的制备方法中，所述第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度大于 306°C ，所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度小于或等于 306°C 。

例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料的制备方法中，所述第一组分的克容量小于 $150 \text{mA} \cdot \text{h/g}$ ，所述第二组分的克容量大于或等于 $150 \text{mA} \cdot \text{h/g}$ 。

例如，在本公开的至少一实施例提供的正极材料的制备方法中，所述正极活性物质占所述正极材料的质量比为 $90 \text{wt} \% \sim 98 \text{wt} \%$ ，所述第一组分占所述正极材料的质量比为 $45 \text{wt} \% \sim 49 \text{wt} \%$ ，所述第二组分占所述正极材料的质量比为 $45 \text{wt} \% \sim 49 \text{wt} \%$ 。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本公开的一些实施例，而非对本公开的限制。

图 1 为本公开的实施例提供的一种正极极片的结构示意图。

具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例的附图，对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。

显然，所描述的实施例是本公开的一部分实施例，而不是全部的实施例。

基于所描述的本公开的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的

前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

除非另外定义，本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来
5 区分不同的组成部分。同样，“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。

目前，锂离子电池的正极材料包括磷酸铁锂类和三元类。例如，三元镍钴锰材料中由于镍具有较高的克容量和电压平台，在提高能量密度方面，
10 相比磷酸铁锂类优势明显，更能够满足人们的长续航里程出行的需求。但是，三元材料本身存在结构和界面稳定性差的缺陷，其性质活泼，容易与电解液溶剂发生氧化还原反应。同时，由于三元材料的分解温度是 200°C，其放热能量超过 800J/g。磷酸铁锂的分解温度是 400°C，其放热能量仅为 124J/g。因此，相比于磷酸铁锂，三元锂离子电池的安全性差，且容易发生
15 自燃、爆炸等热失控现象，进而严重制约了新能源汽车的进一步推广与应用。

由此，构筑高能量密度和高安全的电池体系，已成为当前锂电池研究的热点和重点。针对上述的锂电池安全性差的问题，相关研究中采用了掺杂、表面包覆等手段对三元材料改性。例如，利用 Mg、Al 元素掺杂的
20 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ 材料的结构稳定性和热稳定性优于未掺杂的或利用单一元素掺杂的材料。例如，用于表面包覆的电化学惰性物质主要有氧化物、氟化物以及高分子聚合物等。然而，这些技术手段虽提高了三元材料的热稳定性，但其制备工艺复杂、成本高、材料一致性不易控制。

本公开至少一个实施例提供一种正极材料，该正极材料包括正极活性
25 物质。正极活性物质包括第一组分和第二组分，第一组分的热稳定性高于第二组分的热稳定性，且该正极材料满足：

$$\alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C_1 \times U_1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C_2 \times U_2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right),$$

其中， α 为正极材料的特性参数， W_1 为第一组分占正极活性物质的质量比， W_2 为第二组分占正极活性物质的质量比， C_1 为第一组分的克容量，
30 C_2 为第二组分的克容量， C_1 和 C_2 的单位为 $\text{mA} \cdot \text{h/g}$ ， U_1 为第一组分的工

作电压，U2 为第二组分的工作电压，U1 和 U2 的单位为伏特 (V)，T 为第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度，T 的单位为摄氏度 (°C)。

在该正极材料中， $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。

5 将正极材料中的正极活性物质划分为两个组分，可化纷繁为简明，利于在众多的正极活性物质中进行归类 and 选择。

本公开的实施例通过将热稳定性较低的第二组分与热稳定性较高的第一组分进行掺混，可使得正极材料的热稳定性得以提高，以具有较高的安全性能，该技术方案成本较低，易于实现。

10 下面结合附图并通过一些实施例对正极材料、含有该正极材料的正极极片、含有该正极极片的电池、含有该电池的装置及该正极材料的制备方法进行说明。

本公开至少一个实施例提供一种正极材料。该正极材料包括正极活性物质。正极活性物质包括第一组分和第二组分，且第一组分的热稳定性高于第二组分的热稳定性。该正极材料满足下述公式：

$$\alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C_1 \times U_1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C_2 \times U_2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right),$$

其中， α 为正极材料的特性参数， W_1 为第一组分占正极活性物质的质量比， W_2 为第二组分占正极活性物质的质量比， C_1 为第一组分的克容量， C_2 为第二组分的克容量， C_1 和 C_2 的单位为 mA·h/g， U_1 为第一组分的工作电压， U_2 为第二组分的工作电压， U_1 和 U_2 的单位为 V，T 为第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度，T 的单位为 °C。

在该正极材料中， $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。

例如，本公开的实施例所提供的正极材料可用于二次电池。例如，可用于锂离子电池，但不限于此。

25 本公开的实施例提供的正极材料，为了利于获得热稳定性高的电池，并降低在包含该正极材料的电池发生机械滥用时出现热失控的概率，将正极材料中的正极活性物质划分为两个组分，即第一组分和第二组分，该两个组分的正极活性物质在热稳定性方面可以互相弥补，且通过特性比值、第一组分和第二组分占正极活性物质的质量比、第一组分和第二组分的克容量、第一组分和第二组分的工作电压，以及第二组分在差示扫描量热法

表征中的放热峰值处的温度构建公式，满足该公式中的特性比值 α 的组分和含量，即为满足要求的正极材料。本公开的实施例为获得热稳定性高的电池，并降低在包含该正极材料的电池发生机械滥用时出现热失控的概率，提供合适的正极材料。在该公式中，各参数联动，当特性比值满足

5 $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 时，即满足要求的正极材料。

例如，在正极材料中，通过合理选取第一组分和第二组分，使得在热稳定性较低的第二组分中掺混热稳定性较高的第一组分，可以降低电池出现产热、释氧等情况，以及在电池发生机械滥用时出现热失控的概率。

由此，本公开的实施例通过将热稳定性较低的第二组分与热稳定性较高的第一组分按照一定比例进行掺混，可使得正极材料的热稳定性得以提高，以具有较高的安全性能。

10

例如，第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度大于 306°C ，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度小于或等于 306°C 。通过以差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度为 306°C 作为分界，来区分正极材料中的两个组分，利于正极材料组分的选择和含量的获得。

15

例如，在正极活性物质的组分确定的情况下，该组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度是确定的。即，差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度是与组分相关的参数，其在组分确定的情况下为定值。在本公开的实施例中，在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度采用通常的差示扫描量热仪来获得，对应的国标（GB）为 JB/T 6856-2017。本公开的实施例采用的差示扫描量热仪型号为梅特勒托利多 DSC 3+。当然，也可以采用其他的差示扫描量热仪来测量。

20

例如，第二组分的热稳定性低于第一组分的热稳定性，第二组分的耐热性能低于第一组分的耐热性能。

25

例如，第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度高于 306°C ，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度可以为 100°C - 306°C ，但不限于此。例如，第一组分和第二组分的放热峰值温度界限为 306°C ，但不限于此。

由此，通过将第一组分与第二组分按照上述公式进行掺混，并使得在该正极材料中， $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ ，正极材料的热稳定性可以得到改善，以使得

30

电池具有较高的安全性。

例如，为了使得电池具有较高的热稳定性，在该正极材料中，可以使得 $0.8 \leq \alpha \leq 0.9$ 。例如，在该正极材料中，可以使得 $0.85 \leq \alpha \leq 0.95$ 。例如，在该正极材料中，可以使得 $0.8 \leq \alpha \leq 1$ ，但不限于此。

5 例如，在正极材料中，第一组分的克容量小于 $150\text{mA}\cdot\text{h/g}$ ，第二组分的克容量大于或等于 $150\text{mA}\cdot\text{h/g}$ 。通过对正极活性物质中各组分的克容量进行进一步限定，进一步筛选正极活性物质，使得第一组分和第二组分的界限更加明晰。

10 正极材料中的正极活性物质中各组分的克容量与该组分有关，在组分确定的情况下，该组分的克容量是确定的。克容量采用通常的测试条件来测量。本公开的实施例中，克容量的测量方式大致可以包括将正极材料按照制浆、涂布、干燥、压片等步骤，以制备正极极片；以锂片为负极，并注入电解液，进而组装成扣式电池。然后，采用 0.1C 的电流充放电进行测量。

15 例如，在正极材料中，第一组分的能量密度小于第二组分的能量密度，且第一组分与第二组分的克容量以 $150\text{mA}\cdot\text{h/g}$ 为界限，但不限于此。由此，通过将第一组分与第二组分掺混，可以使得正极材料的整体能量密度得到改善，以使得电池的能量密度维持在较高的水平。

20 例如，在一些实施例中，第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度高于 306°C ，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度小于或等于 306°C ，并且第一组分的克容量小于 150mAh/g ，第二组分的克容量大于或等于 150mAh/g 。通过在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度为 306°C 为分界，且组分的克容量为 150mAh/g 为分界，进一步筛选正极活性物质，满足该条件的正极活性物质更利于兼顾安全性能和获得
25 大容量的电池。

在本公开的实施例中，能量密度是指电池的能量与其体积之比。

例如，在正极材料的正极活性物质中，第一组分可以包括橄榄石材料和尖晶石材料至少之一。第二组分可以包括层状结构材料，且该层状结构材料包括三元材料、钴酸锂、镍酸锂中的至少之一。

30 例如，在正极材料的正极活性物质中，第一组分可以包括磷酸铁锂、磷酸锰铁锂及锰酸锂中的至少之一。

在正极材料的正极活性物质中，通过将第一组分和第二组分按照上述公式，以及特定比例、合理地选定为上述材料，可以使得电池的热稳定性较高，具有较高的安全性能。

例如，在正极材料中，正极活性物质占正极材料的质量比可以为 90wt% -98wt%。第一组分占正极材料的质量比为 45 wt%~49 wt%，第二组分占正极材料的质量比为 45 wt%~49 wt%。

例如，正极材料中的正极活性物质可以为 90wt%-95wt%。例如，正极材料中的正极活性物质可以为 92wt%-97wt%。例如，正极材料中的正极活性物质可以为 93wt%-96wt%，但不限于此。

10 例如，第一组分和第二组分占正极材料的质量比可以大致相等，但不限于此。

例如，正极材料还可以包括除正极活性物质以外的材料，例如正极导电剂以及正极粘结剂。例如，正极导电剂占正极材料的质量比为 1 wt%-5wt%，正极粘结剂占正极材料的质量比为 1 wt%-5wt%。

15 例如，正极导电剂以及正极粘结剂占正极材料的 2 wt%-10wt%，与正极活性物质共同构成正极材料。例如，在正极材料中，正极导电剂以及正极粘结剂的含量可以相等或大致相等，但不限于此。

例如，在正极材料的正极活性物质中，第一组分可以包括 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{PO}_4$ ，且 $0 \leq x \leq 0.6$ 。第一组分的克容量 C1 可以为 140 mA·h/g~160mA·h/g，第一组分的工作电压 U1 可以为 3.2 V 或 4.0V，但不限于此。

20 例如，在正极材料的正极活性物质中，第二组分可以包括 $\text{LiNi}_z\text{Mn}_y\text{Co}_{(1-z-y)}\text{O}_2$ ，且 $0 < z < 1$ ， $0 < y < 1$ ， $0 < 1-z-y < 1$ 。第二组分的克容量 C2 为 150mA·h/g~220mA·h/g，第二组分的工作电压 U2 为 3.6V~3.75V，但不限于此。进一步例如，第二组分的克容量 C2 为 170mA·h/g~220mA·h/g。

25 例如，第一组分的粒径小于第二组分的粒径。可以使小粒径的第一组分经混合后分布在第二组分的颗粒之间，可以抑制第二组分在热失控情况下发生连锁反应，有利于改善和提高正极材料的热稳定性，该技术方案成本较低，易于实现。

30 本公开的实施例以简单的机械物理混合方式将橄榄石结构材料与三元材料进行混合，可以使小粒径的磷酸锰铁锂或磷酸铁锂混合后分布在镍钴锰酸锂颗粒之间，可以抑制镍钴锰酸锂材料在热失控情况下发生连锁反应，

有利于改善和提高其热稳定性，该技术方案成本较低，易于实现。

图 1 为本公开的实施例提供的一种正极极片的结构示意图。

参考图 1，本公开的实施例还提供一种正极极片 01，包括上述任一实施例中所述的正极材料。

5 例如，参考图 1，正极极片 01 可以包括正极材料 100 和正极集流体 200，正极材料 100 位于正极流体 200 的至少一侧，图 1 以正极集流体 200 的两侧分别设置有正极材料 100 进行说明，但不限于此。

在本公开的实施例所提供的正极极片中，通过在正极材料的正极活性物质中将热稳定性较低的第二组分与热稳定性较高的第一组分按照一定比
10 例进行掺混，可使得正极材料的热稳定性得以提高，以具有较高的安全性能。

本公开的实施例还包括一种电池，该电池包括上述实施例中的正极极片 01。例如，本公开的实施例提供的电池可以为锂离子电池，但不限于此。例如，关于该电池中的正极材料的各项组成参数请参考上述相关说明，在
15 此不作赘述。

在本公开的实施例所提供的电池中，通过在正极材料的正极活性物质中将热稳定性较高的第一组分与热稳定性较低的第二组分按照一定比例进行掺混，可使得正极材料的热稳定性得以提高，以具有较高的安全性能。

本公开的实施例还包括一种装置，该装置包括上述任一实施例中所提
20 供的电池，且电池被配置为该装置的电源。

例如，本公开的实施例提供的装置可以汽车，例如电动汽车。例如，电动汽车可以为电动纯电动车、混合动力电动车、插电式混合动力电动车中的任意一种，但不限于此。例如，电动汽车可以为电动大巴、电动有轨电车、电动自行车、电动摩托车、电动踏板车、电动高尔夫球车、电动卡
25 车中的任意一种，但不限于此。例如，本公开的实施例提供的装置还可以为电动船舶、电动工具、电子设备及储能系统中的任意一种，但不限于此。

在本公开的实施例所提供的装置中，通过在正极材料的正极活性物质中将热稳定性较低的第二组分与热稳定性较高的第一组分按照一定比例进行掺混，可使得正极材料的热稳定性得以提高，以具有较高的安全性能。

30 本公开的至少一个实施例还提供一种正极材料的制备方法。该制备方法包括：混合第一组分和第二组分，以制备正极活性物质。

例如，在制备正极材料的过程中，第一组分和第二组分按照以下条件进行选取：第一组分的热稳定性高于第二组分的热稳定性，并使正极活性物质满足：

$$\alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C_1 \times U_1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C_2 \times U_2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right),$$

5 其中， α 为正极材料的特性参数， W_1 为第一组分占正极活性物质的质量比， W_2 为第二组分占正极活性物质的质量比， C_1 为第一组分的克容量， C_2 为第二组分的克容量， C_1 和 C_2 的单位为 $\text{mA} \cdot \text{h/g}$ ， U_1 为第一组分的工作电压， U_2 为第二组分的工作电压， U_1 和 U_2 的单位为 V ， T 为第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度， T 的单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

10 在制备该正极材料时，需满足： $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。

在制备正极材料的过程中，通过合理地选取第一组分和第二组分，并使得在热稳定性较低的第二组分中掺混热稳定性较高的第一组分，可以降低电池出现产热、释氧等情况，以及在电池发生机械滥用时出现热失控的概率。

15 因此，通过该制备方法所制备的正极材料，可以使电池在能够满足较大的容量需求的同时，具有较高的安全性能，以具有较大的应用潜力。

例如，在本公开的一些实施例中，在制备正极材料时，可以使得正极活性物质中的第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度大于 306°C ，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度小于或等于

20 306°C ，但不限于此。

例如，通过使得第二组分的热稳定性低于第一组分的热稳定性，则第二组分的耐热性能低于第一组分的耐热性能。例如，可以使得第一组分和第二组分的放热峰值温度界限可以为 306°C 。由此，通过将第二组分与第一组分进行掺混，可以使得正极材料的热稳定性得到改善，以使得电池具有

25 较高的安全性能。

例如，在制备正极材料时，可以使得正极活性物质中第一组分的克容量小于 $150\text{mA} \cdot \text{h/g}$ ，第二组分的克容量大于 $150\text{mA} \cdot \text{h/g}$ ，但不限于此。

例如，在制备正极材料时，可以使得第一组分的能量密度小于第二组分的能量密度，且第一组分与第二组分的克容量以 $150\text{mA} \cdot \text{h/g}$ 为界限。由此，通过将第一组分与第二组分掺混，可以使得正极材料的整体能量密度

30 得到改善，以使得电池具有较高的能量密度。

例如，在制备正极材料时，可以使得正极活性物质占正极材料的质量比为 90wt%~98wt%。第一组分占正极材料的质量比为 45 wt%~49 wt%，第二组分占正极材料的质量比为 45 wt%~49 wt%。

例如，在制备正极材料时，关于正极活性物质及其中的第一组分和第二组分的质量比可参见上述实施例中的相关说明，在此不作赘述。

例如，对于本公开至少一个实施例所提供的正极极片，在其制备时，主要包括正极材料的制备、正极集流体的制备等。具体可以包括以下步骤。

步骤（1）、将正极材料设置正极集流体的至少一侧，并进行干燥处理；例如，正极集流体 200 可采用金属材料，例如铝箔，但不限于此。

10 步骤（2）、将经过干燥处理的正极极片进行冷压处理。

步骤（3）、将冷压后的正极极片分切后裁剪至规定尺寸。

需要说明的是，本公开的实施例中的正极集流体可以为包括多种材料的复合集流体，例如，正极集流体可以包括支撑层和导电层。例如，导电层可以位于支撑层的两侧，但不限于此。

15 例如，对于本公开至少一个实施例所提供的电池的制备，还可以包括制备负极极片、电解液以隔离膜等。例如，该电池的制备工艺可以包括下述步骤：

（1）正极极片的制备

20 例如，关于电池中的正极极片的制备方法可以参见上述实施例中的相关说明，在此不作赘述。

（2）负极极片的制备

25 例如，电池中的负极极片可以包括负极集流体以及负极材料。例如，可以将负极材料设置在负极集流体的至少一侧。例如，负极材料可以包括负极活性物质，且负极活性物质的组分不受具体限制。例如，负极活性物质可以包括人造石墨、天然石墨、软碳、硬碳、中间相碳微球、硅基材料、锡基材料、钛酸锂中的至少之一。例如，负极集流体还可以包括其他材料，但不限于此，可根据实际需求进行选择。

（3）电解液的制备

30 例如，电池中的电解液可以包括锂盐以及有机溶剂，但不限于此。例如，锂盐可以包括六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、高氯酸锂中的至少一种。例如，有机溶剂可包括环状碳酸酯、链状碳酸酯、羧酸酯中的至少一种。例

如，电解液中还可含有功能添加剂，例如碳酸亚乙烯酯、硫酸乙烯酯、丙磺酸内酯、氟代碳酸乙烯酯等，本公开的至少一个实施例对于电解液的材料不作限制。

(4) 隔离膜的制备

5 例如，电池的隔离膜可以包括聚乙烯膜，但不限于此。

(5) 电池的封装

例如，电池进行封装时可以首先将正极极片、隔离膜以及负极极片依次层叠设置，并使得隔离膜位于正极极片与负极极片之间。然后，可以将上述层叠设置后的结构卷绕以得到裸电芯。其次，将该裸电芯设置在电池的
10 的外包装壳内，并进行干燥处理，进而注入上述电解液。最终，经过真空封装、静置、化成、整形等工序，得到电池。

针对本公开至少一个实施例所提供的电池，下面以实施例的形式对其特性进行说明。

例如，在电池性能测试过程中，电池的正极极片中的正极材料的正极
15 活性物质的第一组分可以为磷酸铁锂或磷酸锰铁锂，第二组分可以为三元材料。

例如，第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度为 350°C。例如，第二组分可以为不同镍含量的三元材料，例如，热失控温度为 264°C 的第二组分（三元材料）中镍含量为 60%；例如，热失控温度为 306°C 的
20 第二组分（三元材料）中镍含量为 30%；热失控温度为 225°C 的第二组分（三元材料）中镍含量为 80%；例如，热失控温度为 290°C 的第二组分（三元材料）中镍含量为 50%。例如，电池的负极极片中的负极材料可以包括石墨材料（例如人造石墨或天然石墨）。例如，电池的容量可包括 90A·h、20A·h、115A·h、137A·h、160A·h 等，但不限于此。

25 例如，针对上述配置的电池分别进行针刺测试和热箱测试。

例如，针刺测试方法可以包括：将电池以 CC-CV 的方式充满电后，用 $\Phi 5\text{mm}$ 的耐高温钢针，以 $25\pm 5\text{mm/s}$ 的速度，从垂直于电池极板的方向贯穿，使钢针停留在电池中 1h。例如，针刺测试时采用的仪器为针刺挤压机，针刺仪器的型号为：RJD-ZCJY-HLT-20T-1500D。

30 例如，热箱测试方法可以包括：将电池以 CC-CV 的方式充满电后，以 $2^\circ\text{C}/\text{min}$ 速率由环境温度升至 130°C ，保持 30min；若电芯不失控，则继续

以 2°C/min 速率升温，直至 220°C，保持 30min。例如，热箱仪器为：热滥用温箱，热箱型号为：RJD-VA-1088M。

实施例 1

实施例 1 提供的正极极片所包含的正极材料的正极活性物质中，第一组分为磷酸铁锂，第二组分为镍含量为 30% 的三元材料，第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为 10%，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为 306°C，第一组分的克容量 C_1 为 140 mA·h/g，第二组分的克容量 C_2 为 160 mA·h/g，第一组分的工作电压 U_1 为 3.2V，第二组分的工作电压 U_2 为 3.73V，第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为 90%，该电池的
5 正极极片
10 的正极材料的特性比值 α 为 1.027，电池的能量密度为 223Wh/kg。针对该电池的针刺结果为：未起火；针对该电池的热箱试验结果为：未起火、未爆炸。

实施例 2

实施例 2 提供的正极极片所包含的正极材料中，第一组分为磷酸铁锂，第二组分为镍含量为 50% 的三元材料，第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为 25%，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为 290°C，第一组分的克容量 C_1 为 140 mA·h/g，第二组分的克容量 C_2 为 180 mA·h/g，第一组分的工作电压 U_1 为 3.2V，第二组分的工作电压 U_2 为 3.73V，第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为 75%，该电池的
15 正极极片
20 的正极材料的特性比值 α 为 0.913，电池的能量密度为 239Wh/kg。针对该电池的针刺结果为：未起火；针对该电池的热箱试验结果为：未起火、未爆炸。

实施例 3

实施例 3 提供的正极极片所包含的正极材料中，第一组分为磷酸铁锂，第二组分为镍含量为 60% 的三元材料，第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为 40%，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为 264°C，第一组分的克容量 C_1 为 140 mA·h/g，第二组分的克容量 C_2 为 190 mA·h/g，第一组分的工作电压 U_1 为 3.2V，第二组分的工作电压 U_2 为 3.73V，第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为 60%，该电池的
25 正极极片
30 的正极材料的特性比值 α 为 0.848，电池的能量密度为 244Wh/kg。针对该电池的针刺结果为：未起火；针对该电池的热箱试验结果为：未起火、未爆炸。

实施例 4

实施例4提供的正极极片所包含的正极材料中，第一组分为磷酸铁锂，第二组分为镍含量为80%的三元材料，第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为50%，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为225°C，第一组分的克容量 C_1 为140 mA·h/g，第二组分的克容量 C_2 为200 mA·h/g，第一组分的工作电压 U_1 为3.2V，第二组分的工作电压 U_2 为3.68V，第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为50%，该电池的正极极片正极材料的特性比值 α 为0.806，电池的能量密度为247Wh/kg。针对该电池的针刺结果为：未起火；针对该电池的热箱试验结果为：未起火、未爆炸。

实施例5

实施例5提供的正极极片所包含的正极材料中，第一组分为磷酸铁锂，第二组分为镍含量为80%的三元材料，第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为10%，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为225°C，第一组分的克容量 C_1 为140 mA·h/g，第二组分的克容量 C_2 为200 mA·h/g，第一组分的工作电压 U_1 为3.2V，第二组分的工作电压 U_2 为3.68V，第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为90%，该电池的正极极片正极材料的特性比值 α 为0.656，电池的能量密度为243Wh/kg。针对该电池的针刺结果为：起火；针对该电池的热箱试验结果为：起火、爆炸。

实施例6

实施例6提供的正极极片所包含的正极材料中，第一组分为磷酸铁锂，第二组分为镍含量为60%的三元材料，第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为15%，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为264°C，第一组分的克容量 C_1 为140 mA·h/g，第二组分的克容量 C_2 为190 mA·h/g，第一组分的工作电压 U_1 为3.2V，第二组分的工作电压 U_2 为3.73V，第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为85%，该电池的正极极片正极材料的特性比值 α 为0.791，电池的能量密度为235Wh/kg。针对该电池的针刺结果为：起火；针对该电池的热箱试验结果为：起火、爆炸。

实施例7

实施例7提供的正极极片所包含的正极材料中，第一组分为磷酸锰铁锂，第二组分为镍含量为30%的三元材料，第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为5%，第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为306°C，第一组分的克容量 C_1 为145 mA·h/g，第二组分的克容量 C_2 为160

mA·h/g, 第一组分的工作电压 U_1 为 4V, 第二组分的工作电压 U_2 为 3.73V, 第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为 95%, 该电池的正极极片的正极材料的特性比值 α 为 1.033, 电池的能量密度为 225Wh/kg。针对该电池的针刺结果为: 未起火; 针对该电池的热箱试验结果为: 起火、爆炸。

5 实施例 8

实施例 8 提供的正极极片所包含的正极材料中, 第一组分为磷酸锰铁锂, 第二组分为镍含量为 80% 的三元材料, 第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为 15%, 第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为 225°C, 第一组分的克容量 C_1 为 145 mA·h/g, 第二组分的克容量 C_2 为 200 mA·h/g, 第一组分的工作电压 U_1 为 4V, 第二组分的工作电压 U_2 为 3.68V, 第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为 85%, 该电池的正极极片的正极材料的特性比值 α 为 0.663, 电池的能量密度为 248Wh/kg。针对该电池的针刺结果为: 起火; 针对该电池的热箱试验结果为: 起火、爆炸。

实施例 9

15 实施例 9 提供的正极极片所包含的正极材料中, 第一组分为磷酸锰铁锂, 第二组分为镍含量为 60% 的三元材料, 第一组分占正极活性物质的质量比例 W_1 为 40%, 第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度 T 为 264°C, 第一组分的克容量 C_1 为 145 mA·h/g, 第二组分的克容量 C_2 为 190 mA·h/g, 第一组分的工作电压 U_1 为 4V, 第二组分的工作电压 U_2 为 3.73V, 20 第二组分占正极活性物质的质量比例 W_2 为 60%, 该电池的正极极片的正极材料的特性比值 α 为 0.81, 电池的能量密度为 250Wh/kg。针对该电池的针刺结果为: 未起火; 针对该电池的热箱试验结果为: 未起火、未爆炸。

表 1 示出了的实施例 1-9 及对应参数及测试结果。

25

表 1

实施例序号	T(°C)	W_1	C_1 (mA·h/g)	U_1 (V)	W_2	C_2 (mA·h/g)	U_2 (V)	α	针刺结果	热箱结果	能量密度 (Wh/Kg)
1	306	10%	140	3.2	90%	160	3.73	1.027	未起火	未起火 未爆炸	223
2	290	25%	140	3.2	75%	180	3.73	0.913	未起火	未起火 未爆炸	239
3	264	40%	140	3.2	60%	190	3.73	0.848	未起火	未起火 未爆炸	244
4	225	50%	140	3.2	50%	200	3.68	0.806	未起火	未起火 未爆炸	247

5	225	10%	140	3.2	90%	200	3.68	0.656	起火	起火、 爆炸	243
6	264	15%	140	3.2	85%	190	3.73	0.791	起火	起火、 爆炸	235
7	306	5%	145	4	95%	160	3.73	1.033	未起火	起火、 爆炸	225
8	225	15%	145	4	85%	200	3.68	0.663	起火	起火、 爆炸	248
9	264	40%	145	4	60%	190	3.73	0.81	未起火	未起火 未爆炸	250

例如，根据表 1 可知，当正极材料满足：

$$\alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C_1 \times U_1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C_2 \times U_2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right), \text{ 且 } 0.8 \leq \alpha \leq 1.03 \text{ 时,}$$

5 设置有该正极材料的电池能够通过针刺测试和热箱测试，即电池在针刺试验时的结果为：未起火，且在热箱试验的结果为：未起火、未爆炸。

如表 1 所示，对于正极材料的正极活性物质中的第二组分，当镍含量不同时，第二组分所对应的克容量不同。例如，当第一组分采用磷酸铁锂时，对应的克容量为 140 mA·h/g。例如，当第一组分采用磷酸锰铁锂时，对应的克容量为 145 mA·h/g。如表 1 中的实施例 5-6、以及实施例 8，当 α 小于
10 0.8 时，电池未能通过针刺测试和热箱测试。

如表 1 中的实施例 1-4、以及实施例 7 和实施例 9，电池均能通过针刺测试和热箱测试。在此，需要说明的是，在本公开的实施例中，正极材料中的 α 所满足的数值范围，可以具有一定的波动范围，例如，该波动范围可以为 0.5%~0.1%，但不限于此。同时，当电池在通过针刺测试和热箱测试
15 的情况下，电池的能量密度可以保持在一个较高的水平。例如，根据实施例 1-4、以及实施例 7 和实施例 9，电池的能量密度均大于 220 Wh/Kg。

由此，本公开的实施例所提供的正极材料，可以使电池能够满足较大的容量需求的同时，具有较高的安全性能，应用潜力较大。

在不冲突的情况下，本公开在同一实施例及不同实施例中的特征可以
20 相互组合。

以上所述，仅为本公开的具体实施方式，但本公开的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此，本公开的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种正极材料，包括正极活性物质，

所述正极活性物质包括第一组分和第二组分，所述第一组分的热稳定性高于所述第二组分的热稳定性，所述正极材料满足：

$$\alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C_1 \times U_1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C_2 \times U_2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right),$$

其中， α 为所述正极材料的特性参数， W_1 为所述第一组分占所述正极活性物质的质量比， W_2 为所述第二组分占所述正极活性物质的质量比， C_1 为所述第一组分的克容量， C_2 为所述第二组分的克容量， C_1 和 C_2 的单位为 $\text{mA} \cdot \text{h/g}$ ， U_1 为所述第一组分的工作电压， U_2 为所述第二组分的工作电压， U_1 和 U_2 的单位为 V ， T 为所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度， T 的单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，

其中， $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。

2、根据权利要求 1 所述的正极材料，其中，

所述第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度大于 306°C ，所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度小于或等于 306°C 。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的正极材料，其中，所述第一组分的克容量小于 $150 \text{mA} \cdot \text{h/g}$ ，所述第二组分的克容量大于或等于 $150 \text{mA} \cdot \text{h/g}$ 。

4、根据权利要求 1~3 任一项所述的正极材料，其中，

所述第一组分包括橄榄石材料和尖晶石材料至少之一；

所述第二组分包括层状结构材料，所述层状结构材料包括三元材料、钴酸锂、镍酸锂中的至少之一。

5、根据权利要求 1~4 任一项所述的正极材料，其中，所述第一组分包括磷酸铁锂、磷酸锰铁锂及锰酸锂中的至少之一。

6、根据权利要求 1~5 任一项所述的正极材料，其中，所述正极活性物质占所述正极材料的质量比为 $90 \text{wt} \% - 98 \text{wt} \%$ ，

所述第一组分占所述正极材料的质量比为 $45 \text{wt} \% \sim 49 \text{wt} \%$ ，所述第二组分占所述正极材料的质量比为 $45 \text{wt} \% \sim 49 \text{wt} \%$ 。

7、根据权利要求 1~6 任一项所述的正极材料，还包括：正极导电剂以

及正极粘结剂，其中，

所述正极导电剂占所述正极材料的质量比为 1 wt % -5wt %；

所述正极粘结剂占所述正极材料的质量比为 1 wt % -5wt %。

8、根据权利要求 1~7 任一项所述的正极材料，其中，所述第一组分包
5 括 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{PO}_4$ ，且 $0 \leq x \leq 0.6$ ，

所述第一组分的克容量 C1 为 140 mA·h/g ~ 160mA·h/g，所述第一组分的工作电压 U1 为 3.2 V 或 4.0V。

9、根据权利要求 1~8 任一项所述的正极材料，其中，所述第二组分包
括 $\text{LiNi}_z\text{MnyCo}_{(1-z-y)}\text{O}_2$ ，且 $0 < z < 1$ ， $0 < y < 1$ ， $0 < 1-z-y < 1$ ；

10 所述第二组分的克容量 C2 为 150mA·h/g ~ 220mA·h/g，所述第二组分的工作电压 U2 为 3.6V~3.75V。

10、一种正极极片，包括如权利要求 1~9 任一项所述的正极材料。

11、一种电池，包括如权利要求 10 所述的正极极片。

12、一种装置，包括如权利要求 11 所述的电池，所述电池被配置为作
15 为所述装置的电源。

13、一种正极材料的制备方法，包括：

混合第一组分和第二组分，以制备正极活性物质，

其中，所述第一组分的热稳定性高于所述第二组分的热稳定性，并使
所述正极活性物质满足：

$$20 \quad \alpha = \left(W_1 \times \left(\frac{448}{C1 \times U1} \right)^{\frac{1}{2}} + W_2 \times \frac{709}{C2 \times U2} \right) \left(W_1 + \frac{T \times W_2}{350} \right),$$

其中， α 为所述正极材料的特性参数， W_1 为所述第一组分占所述正极
活性物质的质量比， W_2 为所述第二组分占所述正极活性物质的质量比，C1
为所述第一组分的克容量，C2 为所述第二组分的克容量，C1 和 C2 的单位
为 mA·h/g，U1 为所述第一组分的工作电压，U2 为所述第二组分的工作电
25 压，U1 和 U2 的单位为 V，T 为所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放
热峰值处的温度，T 的单位为 °C，

其中， $0.8 \leq \alpha \leq 1.03$ 。

14、根据权利要求 13 所述的正极材料的制备方法，其中，

所述第一组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度大于 306°C，
30 所述第二组分在差示扫描量热法表征中的放热峰值处的温度小于或等于

306°C。

15、根据权利要求 13 或 14 所述的正极材料的制备方法，其中，所述第一组分的克容量小于 150mA·h/g，所述第二组分的克容量大于或等于 150mA·h/g。

5 16、根据权利要求 13~15 任一项所述的正极材料的制备方法，其中，所述正极活性物质占所述正极材料的质量比为 90wt%-98wt%，

所述第一组分占所述正极材料的质量比为 45 wt%~49 wt%，所述第二组分占所述正极材料的质量比为 45 wt%~49 wt%。

01

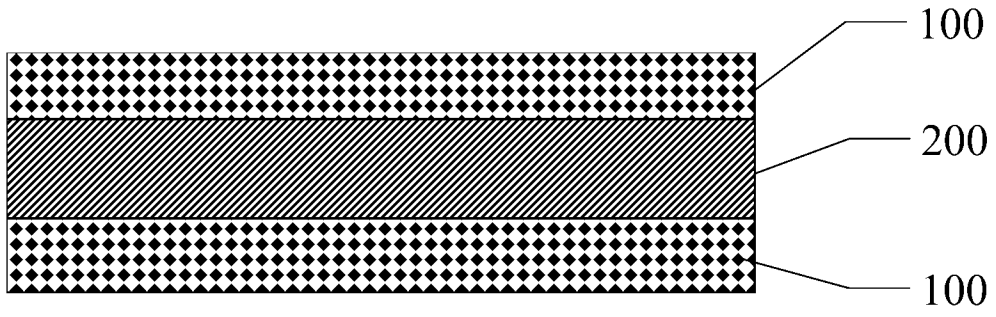


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/134282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M4/36(2006.01)i; H01M4/136(2010.01)i; H01M4/525(2010.01)i; H01M4/58(2010.01)i; H01M10/0525(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; ISI: 兰钧新能源科技, 正极, 第一, 第二, 热稳定性, 质量比, 克容量, 橄榄石, 尖晶石, 层状结构, 磷酸铁锂, 磷酸锰铁锂, 锰酸锂, 钴酸锂, 镍酸锂, 差示扫描量热法, LiFePO₄, Li+Fe+Mn+PO₄, LiMn₂O₄, LiCoO₂, LiNiO₂, cathode, first, second, thermal stability, mass ratio, Gram capacity, olivine, spinel, lithium iron phosphate, lithium manganese iron phosphate, lithium manganese oxide, layered structure, ternary material, lithium cobaltate, lithium nickelate, DSC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115692678 A (SHANGHAI LANJUN NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 February 2023 (2023-02-03) description, paragraphs [0003]-[0138]	1-16
X	CN 115312762 A (SHANGHAI LANJUN NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 November 2022 (2022-11-08) description, paragraphs [0002]-[0069]	1-16
X	CN 101295780 A (SHENZHEN BAK BATTERY CO., LTD.) 29 October 2008 (2008-10-29) description, page 2, paragraph 2 to page 10, paragraph 1	1-16
A	CN 112447964 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 March 2021 (2021-03-05) entire document	1-16

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 January 2024

Date of mailing of the international search report

04 February 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/134282

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)	
CN	115692678	A	03 February 2023	None		

CN	115312762	A	08 November 2022	None		

CN	101295780	A	29 October 2008	CN	101295780 B	10 August 2011

CN	112447964	A	05 March 2021	WO	2021042990 A1	11 March 2021
				IN	202127057110 A	17 December 2021
				EP	3951949 A1	09 February 2022
				CN	112447964 B	19 April 2022
				KR	20220049021 A	20 April 2022
				US	2022185696 A1	16 June 2022
				EP	3951949 A4	29 June 2022
				JP	2022537081 A	23 August 2022
				JP	7223207 B2	15 February 2023
				US	11613474 B2	28 March 2023
				US	2023202864 A1	29 June 2023
				US	11760657 B2	19 September 2023

CN	115377358	A	22 November 2022	None		

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01M4/36(2006.01)i; H01M4/136(2010.01)i; H01M4/525(2010.01)i; H01M4/58(2010.01)i; H01M10/0525(2010.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: H01M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;ISI: 兰钧新能源科技, 正极, 第一, 第二, 热稳定性, 质量比, 克容量, 橄榄石, 尖晶石, 层状结构, 磷酸铁锂, 磷酸锰铁锂, 锰酸锂, 钴酸锂, 镍酸锂, 差示扫描量热法, LiFePO4, Li+Fe+Mn+PO4, LiMn2O4, LiCoO2, LiNiO2, cathode, first, second, thermal stability, mass ratio, Gram capacity, olivine, spinel, lithium iron phosphate, lithium manganese iron phosphate, lithium manganese oxide, layered structure, ternary material, lithium cobaltate, lithium nickelate, DSC</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 115692678 A (上海兰钧新能源科技有限公司) 2023年2月3日 (2023 - 02 - 03) 说明书第[0003]-[0138]段</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 115312762 A (上海兰钧新能源科技有限公司) 2022年11月8日 (2022 - 11 - 08) 说明书第[0002]-[0069]段</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 101295780 A (深圳市比克电池有限公司) 2008年10月29日 (2008 - 10 - 29) 说明书第2页第2段到第10页第1段</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112447964 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2021年3月5日 (2021 - 03 - 05) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 115377358 A (欣旺达电动汽车电池有限公司) 2022年11月22日 (2022 - 11 - 22) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 115692678 A (上海兰钧新能源科技有限公司) 2023年2月3日 (2023 - 02 - 03) 说明书第[0003]-[0138]段	1-16	X	CN 115312762 A (上海兰钧新能源科技有限公司) 2022年11月8日 (2022 - 11 - 08) 说明书第[0002]-[0069]段	1-16	X	CN 101295780 A (深圳市比克电池有限公司) 2008年10月29日 (2008 - 10 - 29) 说明书第2页第2段到第10页第1段	1-16	A	CN 112447964 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2021年3月5日 (2021 - 03 - 05) 全文	1-16	A	CN 115377358 A (欣旺达电动汽车电池有限公司) 2022年11月22日 (2022 - 11 - 22) 全文	1-16
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 115692678 A (上海兰钧新能源科技有限公司) 2023年2月3日 (2023 - 02 - 03) 说明书第[0003]-[0138]段	1-16																		
X	CN 115312762 A (上海兰钧新能源科技有限公司) 2022年11月8日 (2022 - 11 - 08) 说明书第[0002]-[0069]段	1-16																		
X	CN 101295780 A (深圳市比克电池有限公司) 2008年10月29日 (2008 - 10 - 29) 说明书第2页第2段到第10页第1段	1-16																		
A	CN 112447964 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2021年3月5日 (2021 - 03 - 05) 全文	1-16																		
A	CN 115377358 A (欣旺达电动汽车电池有限公司) 2022年11月22日 (2022 - 11 - 22) 全文	1-16																		
国际检索实际完成的日期	2024年1月17日	国际检索报告邮寄日期	2024年2月4日																	
ISA/CN的名称和邮寄地址	中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	授权官员	冯婷 电话号码 (+86) 0512-88995794																	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/134282

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	115692678	A	2023年2月3日	无			
CN	115312762	A	2022年11月8日	无			
CN	101295780	A	2008年10月29日	CN	101295780	B	2011年8月10日
CN	112447964	A	2021年3月5日	WO	2021042990	A1	2021年3月11日
				IN	202127057110	A	2021年12月17日
				EP	3951949	A1	2022年2月9日
				CN	112447964	B	2022年4月19日
				KR	20220049021	A	2022年4月20日
				US	2022185696	A1	2022年6月16日
				EP	3951949	A4	2022年6月29日
				JP	2022537081	A	2022年8月23日
				JP	7223207	B2	2023年2月15日
				US	11613474	B2	2023年3月28日
				US	2023202864	A1	2023年6月29日
				US	11760657	B2	2023年9月19日
CN	115377358	A	2022年11月22日	无			