

# (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9月19日 (19.09.2024)



(10) 国际公布号  
**WO 2024/187927 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**H01M 4/485** (2010.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/070831
- (22) 国际申请日: 2024年1月5日 (05.01.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
202310229296.3 2023年3月10日 (10.03.2023) CN
- (71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED**) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。
- (72) 发明人: 尚义博 (**SHANG, Yibo**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 秦一鸣 (**QIN, Yiming**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 徐晓富 (**XU, Xiaofu**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 潘坚福 (**PAN, Jianfu**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 裴人杰 (**PEI, Renjie**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 张新羽 (**ZHANG, Xinyu**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 刘倩 (**LIU, Qian**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 叶永煌 (**YE, Yonghuang**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。
- (74) 代理人: 中国贸促会专利商标事务所有限公司 (**CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW OFFICE**); 中国北京市西城区复兴门内大街158号远洋大厦F10层, Beijing 100031 (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。
- (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)。

(54) Title: BATTERY AND ELECTRIC DEVICE

(54) 发明名称: 电池和用电装置

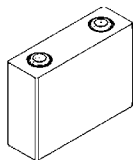


图 1

$$0.1 < \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.75$$

(1)

(57) Abstract: A battery and an electric device. The battery comprises a positive electrode sheet. The positive electrode sheet contains a first positive electrode active material and a second positive electrode active material, and satisfies formula (I), wherein A represents the mass percentage of the second positive electrode active material in the two positive electrode active materials; B represents the proportion, in the whole charging capacity, of charging capacity at 3.7 V or below of the second positive electrode active material measured by a single-particle microelectrode method; C represents the proportion, in the whole charging capacity, of charging capacity at 3.7 V or below of the battery; and R represents the resistance of the positive electrode sheet at 25°C, and the unit of R is  $\Omega$ .

(57) 摘要: 一种电池和用电装置, 电池包括正极极片, 正极极片包含第一正极活性材料和第二正极活性材料; 并且满足式 (I), 其中A表示所述第二正极活性材料在两种正极活性材料中的质量百分比; B表示采用单颗粒微电极法测定的所述第二正极活性材料的小于3.7V充电容量在整个充电容量中的占比; C表示所述电池的小于3.7V充电容量在整个充电容量中的占比; R表示所述正极极片在25°C下的电阻, 单位为 $\Omega$ 。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 一种电池和用电装置

本申请要求 2023 年 3 月 10 日提交的中国专利申请 202310229296.3 的优先权，其全部内容通过引入并入本文。

### 技术领域

本申请涉及锂电池技术领域，尤其涉及一种电池和用电装置。

### 背景技术

近年来，随着二次电池的应用范围越来越广泛，二次电池广泛应用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，以及电动工具、电动自行车、电动摩托车、电动汽车、军事装备、航空航天等多个领域。由于二次电池取得了极大的发展，因此对其循环性能、充电速度和使用寿命等提出了更高的要求。

### 发明内容

本申请是鉴于上述课题而进行的，其目的在于，提供一种电池和用电装置，提高了电池的快充性能和循环性能。

为了达到上述目的，本申请第一方面提供了一种电池，包括正极极片，正极极片包含第一正极活性材料和第二正极活性材料；其中，

第一正极活性材料包括化合物  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M1}_d\text{M2}_e\text{O}_f\text{E}_g$ ；其中，

M1 包括 Mn 和 Al 的一种或两种元素；

M2 包括 Zr、Zn、Cu、Cr、Mg、Fe、V、Ti、Sr、Sb、Y、W 和 Nb 中的一种或多种元素；

E 包括 N、F、S 和 Cl 中的一种或多种元素；

$0.75 \leq a \leq 1.2$ ； $0 < b < 1$ ； $0 < c < 1$ ； $0 < d < 1$ ； $0 \leq e \leq 0.2$ ； $1 \leq f \leq 2.5$ ， $0 \leq g \leq 1$ ，且  $f+g \leq 3$ ；

第二正极活性材料包括化合物  $\text{Li}_x\text{H}_y\text{Mn}_{1-z}\text{Q}_z\text{P}_{1-m}\text{G}_m\text{O}_{4-n}\text{D}_n$ ，其中，

H 包括选自 Zn、Al、Na、K、Mg、Nb、Mo 和 W 中的一种或多

种元素；

Q 包括选自 Zn、Al、Na、K、Mg、Mo、W、Ti、V、Zr、Fe、Ni、Co、Ga、Sn、Sb、Nb 和 Ge 中的一种或多种元素；

G 包括选自 B、Si、N、S、F、Cl 和 Br 中的一种或多种元素；

D 包括选自 S、F、Cl 和 Br 中的一种或多种元素；

x 为 0.9 至 1.1；y 为 0 至 0.1；z 为 0.001 至 0.9；m 为 0 至 0.1；n 为 0 至 0.1；

并且，电池满足：

$$0.1 < \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.75$$

其中，

A 表示第二正极活性材料在两种正极活性材料中的质量百分比；

B 表示采用单颗粒微电极法测定的第二正极活性材料的小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比；

C 表示电池的小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比；

R 表示正极极片在 25°C 下的电阻，单位为  $\Omega$ 。

由此，本申请通过第一正极活性材料和第二正极活性材料组合，并限定  $\frac{A \times B}{C} \times R$  在 0.1 至 0.75 之间，提高了电池的小于 3.7V 低 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，改善了低 SOC 区间充电倍率的耐受边界，同时维持了高 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，缓解了高 SOC 区间充电倍率耐受边界的恶化，从而提高了电池的快充性能，提高了电池的循环性能。

在任意实施方式中， $0.25 \leq \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.6$ ；

可选地， $0.3 \leq \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.55$ 。

由此，可以获得更加适宜的低 SOC 区间充电倍率耐受边界和高 SOC 区间充电倍率耐受边界，从而进一步提高电池的快充性能和/或循环性能。

在任意实施方式中，A 为 0.1 至 0.5，可选为 0.1 至 0.3，更可选为 0.2 至 0.3；和/或，

B 为 0.4 至 0.6，可选为 0.5 至 0.6；和/或，

C 为 0.05 至 0.23，可选为 0.09 至 0.16；和/或，

$0 < R < 1$ ，可选为 0.1 至 0.6，更可选为 0.2 至 0.4。

上述范围内的 A、B、C 能够进一步改善低 SOC 区间充电倍率耐受边界，同时使高 SOC 区间充电倍率耐受边界更加合适，从而进一步提高电池的快充性能和/或循环性能；

上述范围内的 R 能够获得较低的过电位，有利于提高电池的倍率性能，使充电过程顺利进行。

在任意实施方式中，第二正极活性材料中，Q 包括 Fe、Ti、V、Ni、Co 和 Mg 中的一种或多种元素；和/或，

G 包括 B、Si、N 和 S 中的一种或多种元素；和/或，

x 为 0.977 至 1；和/或，

y 为 0 至 0.001；和/或，

z 为 0.1 至 0.9 或者 0.001 至 0.6，可选为 0.3 至 0.7；和/或，

m 为 0 至 0.001 或者 0.001 至 0.1；和/或，

n 为 0 至 0.001 或者 0.001 至 0.1。

由此，通过包括上述 Q 和 G 元素的第二正极活性材料可以进一步提高电池小于 3.7V 低 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，进一步改善低 SOC 区间充电倍率耐受边界，同时维持高 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，缓解高 SOC 区间充电倍率耐受边界恶化，从而进一步提高电池的快充性能和/或循环性能。

在任意实施方式中，第一正极活性材料中，a 为 0.9 至 1.1；和/或，

d 为 0.003 至 0.4；和/或，

b 为 30%至 99.5%，可选为 50%至 99%，更可选为 55%至 88%；和/或，

c 为 0.2%至 52%，可选为 0.5%至 49.5%，更可选为 5%至 35%。

上述范围内的 Ni 含量能够提高电池的快充性能和/或循环性能。

上述范围的 Co 含量能够提高电池的快充性能和/或循环性能。

在任意实施方式中，第一正极材料为单晶或类单晶材料，并且满足：

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 1.5 至 4.5  $\mu\text{m}$ ，可选为 2

至 4.1  $\mu\text{m}$ ; 和/或,

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v99}$  粒径  $\leq 18 \mu\text{m}$ , 可选为 6.4 至 17.5  $\mu\text{m}$ , 更可选为 6.5 至 13.5  $\mu\text{m}$ ; 和/或,

第一正极活性材料的 BET 比表面积为 0.42 至 1.2  $\text{m}^2/\text{g}$ , 可选为 0.5 至 1  $\text{m}^2/\text{g}$ 。

第一正极活性材料为单晶或类单晶材料时, 上述范围的  $D_{v50}$  粒径、 $D_{v99}$  粒径、BET 比表面积有利于增加正极活性材料的活性点位, 提高电池的快充性能和功率, 有助于减少正极活性材料的副反应, 提高电池的循环性能。

在任意实施方式中, 第一正极活性材料为多晶材料, 并且满足:  
二次颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 6 至 14  $\mu\text{m}$ , 可选为 7 至 13  $\mu\text{m}$ ; 和/或,  
二次颗粒的  $D_{v99}$  粒径  $< 30 \mu\text{m}$ , 可选为 14.2 至 28.8  $\mu\text{m}$ , 更可选为 15.4 至 26.7  $\mu\text{m}$ ; 和/或,

一次颗粒的粒径为 50 至 800 nm, 可选为 50 至 600 nm; 和/或,  
第一正极活性材料的 BET 比表面积为 0.8 至 1.2  $\text{m}^2/\text{g}$ , 可选为 0.8 至 1.1  $\text{m}^2/\text{g}$ 。

第一正极活性材料为多晶材料时, 上述范围的二次颗粒  $D_{v50}$  粒径、二次颗粒  $D_{v99}$  粒径、一次颗粒粒径、BET 比表面积有利于增加正极活性材料的活性点位, 提高电池的快充性能和功率, 有助于减少正极活性材料的副反应, 提高电池的循环性能。

在任意实施方式中, 第二正极活性材料为单晶或类单晶材料, 并且满足:

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 0.2 至 1.6  $\mu\text{m}$ , 可选为 0.25 至 1.49  $\mu\text{m}$ ; 和/或,

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v99}$  粒径为 5.2 至 33.8  $\mu\text{m}$ , 可选为 6.1 至 25.7  $\mu\text{m}$ ; 和/或,

第二正极活性材料的 BET 比表面积为 11.3 至 14.1  $\text{m}^2/\text{g}$ , 可选为 12 至 13.7  $\text{m}^2/\text{g}$ 。

第二正极活性材料为单晶或类单晶材料时, 上述范围的  $D_{v50}$  粒径、 $D_{v99}$  粒径、BET 比表面积有利于增加正极活性材料的活性点位,

提高电池的快充性能和功率，有助于减少正极活性材料的副反应，提高电池的循环性能。

在任意实施方式中，第一正极活性材料为层状结构；和/或，第二正极活性材料为橄榄石结构。

在任意实施方式中，第一正极活性材料包括内核和包覆内核的包覆层，内核为化合物  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M1}_d\text{M2}_e\text{O}_f\text{E}_g$ ；和/或，

第二正极活性材料包括内核和包覆内核的包覆层，内核为化合物  $\text{Li}_x\text{H}_y\text{Mn}_{1-z}\text{Q}_z\text{P}_{1-m}\text{G}_m\text{O}_{4-n}\text{D}_n$ ；

可选地，第一正极活性材料和第二正极活性材料中的包覆层独立地包括焦磷酸盐、磷酸盐和碳中的一种或多种。

由此，第一正极活性材料和/或第二正极活性材料中的包覆层有利于保护内核，从而减少副反应的发生，提高电池的循环性能。

在任意实施方式中，包覆层在第二正极活性材料中的质量占比为 0.5%至 2.2%，可选为 1%至 1.9%，更可选为 1.2%至 1.5%；

可选地，第二正极活性材料中的包覆层为碳。

本申请的第二方面还提供一种用电装置，包括本申请第一方面的电池。

## 附图说明

图 1 是本申请一实施方式的二次电池的示意图。

图 2 是图 1 所示的本申请一实施方式的二次电池的分解图。

图 3 是本申请一实施方式的电池模块的示意图。

图 4 是本申请一实施方式的电池包的示意图。

图 5 是图 4 所示的本申请一实施方式的电池包的分解图。

图 6 是本申请一实施方式的二次电池用作电源的用电装置的示意图。

附图标记说明：

1 电池包；2 上箱体；3 下箱体；4 电池模块；5 二次电池；51 壳体；52 电极组件；53 顶盖组件。

## 具体实施方式

以下，适当地参照附图详细说明具体公开了本申请的电池、电池模块和用电装置的实施方式。但是会有省略不必要的详细的情况。例如，有省略对已众所周知的事项的详细说明、实际相同结构的重复说明的情况。这是为了避免以下的说明不必要地变得冗长，便于本领域技术人员的理解。此外，附图及以下说明是为了本领域技术人员充分理解本申请而提供的，并不旨在限定权利要求书所记载的主题。

本申请所公开的“范围”以下限和上限的形式来限定，给定范围是通过选定一个下限和一个上限进行限定的，选定的下限和上限限定了特别范围的边界。这种方式进行限定的范围可以是包括端值或不包括端值的，并且可以进行任意地组合，即任何下限可以与任何上限组合形成一个范围。例如，如果针对特定参数列出了 60-120 和 80-110 的范围，理解为 60-110 和 80-120 的范围也是预料到的。此外，如果列出的最小范围值 1 和 2，和如果列出了最大范围值 3, 4 和 5，则下面的范围可全部预料到：1-3、1-4、1-5、2-3、2-4 和 2-5。在本申请中，除非有其他说明，数值范围“a-b”表示 a 到 b 之间的任意实数组合的缩略表示，其中 a 和 b 都是实数。例如数值范围“0-5”表示本文中已经全部列出了“0-5”之间的全部实数，“0-5”只是这些数值组合的缩略表示。另外，当表述某个参数为 $\geq 2$ 的整数，则相当于公开了该参数为例如整数 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 等。

如果没有特别的说明，本申请的所有实施方式以及可选实施方式可以相互组合形成新的技术方案。

如果没有特别的说明，本申请的所有技术特征以及可选技术特征可以相互组合形成新的技术方案。

如果没有特别的说明，本申请的所有步骤可以顺序进行，也可以随机进行，优选是顺序进行的。例如，方法包括步骤(a)和(b)，表示方法可包括顺序进行的步骤(a)和(b)，也可以包括顺序进行的步骤(b)和(a)。例如，提到方法还可包括步骤(c)，表示步骤(c)可以任意顺序加入到方法，例如，方法可以包括步骤(a)、(b)和(c)，也可包括步骤(a)、(c)和(b)，也可以包括步骤(c)、(a)和(b)等。

如果没有特别的说明，本申请所提到的“包括”和“包含”表示开放式，也可以是封闭式。例如，“包括”和“包含”可以表示还可以包括或包含没有列出的其他组分，也可以仅包括或包含列出的组分。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“或”是包括性的。举例来说，短语“A 或 B”表示“A, B, 或 A 和 B 两者”。更具体地，以下任一条件均满足条件“A 或 B”：A 为真（或存在）并且 B 为假（或不存在）；A 为假（或不存在）而 B 为真（或存在）；或 A 和 B 都为真（或存在）。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“ $D_v50$  粒径”是指在体积基准的粒度分布中，从小粒径侧起，达到体积累积 50%的粒径。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“ $D_v99$  粒径”是指在体积基准的粒度分布中，从小粒径侧起，达到体积累积 99%的粒径。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“单晶或类单晶材料颗粒”是指单个颗粒（即一次颗粒）。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“二次颗粒”和“多晶材料颗粒”通常具有类似的含义，其意指由超过 100 个平均粒径在 50-800 nm 范围内的一次颗粒团聚形成的颗粒。

如果没有特别的说明，在本申请中，如果采集的 50%以上（包括 50%）数量的团聚颗粒中的一次颗粒的数量和平均粒径符合上述“多晶材料颗粒”的定义，则其为该正极活性材料为多晶材料，否则其为单晶或类单晶材料。

## [二次电池]

二次电池又称为充电电池或蓄电池，是指在电池放电后可通过充电的方式使活性材料激活而继续使用的电池。

通常情况下，二次电池包括正极极片、负极极片、隔离膜及电解液。在电池充放电过程中，活性离子（例如锂离子）在正极极片和负极极片之间往返嵌入和脱出。隔离膜设置在正极极片和负极极片之间，主要起到防止正负极短路的作用，同时可以使活性离子通过。电解液在正极极片和负极极片之间，主要起到传导活性离子的作用。

本申请的一个实施方式提供一种电池，包括正极极片，正极极片包含第一正极活性材料和第二正极活性材料；其中，

第一正极活性材料包括化合物  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M1}_d\text{M2}_e\text{O}_f\text{E}_g$ ；其中，

M1 包括 Mn 和 Al 的一种或两种元素；

M2 包括 Zr、Zn、Cu、Cr、Mg、Fe、V、Ti、Sr、Sb、Y、W 和 Nb 中的一种或多种元素；

E 包括 N、F、S 和 Cl 中的一种或多种元素；

$0.75 \leq a \leq 1.2$ ； $0 < b < 1$ ； $0 < c < 1$ ； $0 < d < 1$ ； $0 \leq e \leq 0.2$ ； $1 \leq f \leq 2.5$ ， $0 \leq g \leq 1$ ，且  $f+g \leq 3$ ；

第二正极活性材料包括化合物  $\text{Li}_x\text{H}_y\text{Mn}_{1-z}\text{Q}_z\text{P}_{1-m}\text{G}_m\text{O}_{4-n}\text{D}_n$ ，其中，

H 包括选自 Zn、Al、Na、K、Mg、Nb、Mo 和 W 中的一种或多种元素；

Q 包括选自 Zn、Al、Na、K、Mg、Mo、W、Ti、V、Zr、Fe、Ni、Co、Ga、Sn、Sb、Nb 和 Ge 中的一种或多种元素；

G 包括选自 B、Si、N、S、F、Cl 和 Br 中的一种或多种元素；

D 包括选自 S、F、Cl 和 Br 中的一种或多种元素；

x 为 0.9 至 1.1；y 为 0 至 0.1；z 为 0.001 至 0.9；m 为 0 至 0.1；n 为 0 至 0.1；

并且，电池满足：

$$0.1 < \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.75$$

其中，

A 表示第二正极活性材料在两种正极活性材料中的质量百分比；

B 表示采用单颗粒微电极法测定的第二正极活性材料的小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比；

C 表示电池的小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比；

R 表示正极极片在 25°C 下的电阻，单位为  $\Omega$ 。

第一正极活性材料在小于 3.7V 低 SOC 区间的扩散系数较小，导致电池的低 SOC 区间充电倍率耐受边界较窄，影响了电池的快充性能。虽然机理尚不明确，但本申请人意外地发现：本申请通过第一正极活性材料和第二正极活性材料相组合，并限定  $\frac{A \times B}{C} \times R$  在 0.1 至 0.75

之间，提高了电池的小于 3.7V 低 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，改善了低 SOC 区间充电倍率耐受边界，同时维持了高 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，缓解了高 SOC 区间充电倍率耐受边界的恶化，从而提高了电池的快充性能，提高了电池的循环性能。

在一些实施方式中， $0.25 \leq \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.6$ ;

可选地， $0.3 \leq \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.55$ ;

例如  $\frac{A \times B}{C} \times R$  可以为 0.1、0.2、0.23、0.3、0.32、0.38、0.4、0.43、0.45、0.49、0.5、0.52、0.53、0.6、0.7、0.73、0.75 以及上述任意数值组成的范围。

由此，可以获得更加适宜的低 SOC 区间充电倍率耐受边界和高 SOC 区间充电倍率耐受边界，从而进一步提高电池的快充性能和/或循环性能。

在一些实施方式中，A 为 0.1 至 0.5，可选为 0.1 至 0.3，更可选为 0.2 至 0.3，例如可以为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

B 为 0.4 至 0.6，可选为 0.5 至 0.6，例如可以为 0.4、0.45、0.48、0.5、0.55、0.57、0.6 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

C 为 0.05 至 0.23，可选为 0.09 至 0.16，例如可以为 0.09、0.1、0.13、0.16、0.18、0.2、0.21、0.23 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

$0 < R < 1$ ，可选为 0.1 至 0.6，更可选为 0.2 至 0.4，例如 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 以及上述任意数值组成的范围。

在一些实施方式中，测取放电流程的容量-电压曲线，X 轴表示充电容量，Y 轴表示电压，Y 轴的最大值表示满充电压 V1、最小值表示满放电电压 V2，并且  $V2 < 3.7V < V1$ ，曲线中的电压 3.7V 对应的容量为 Q1，满放电电压 V2 对应的容量 Q2 为“整个充电容量”，Q2-Q1 表示“小于 3.7V 充电容量”，Q1 表示“高 SOC 区间充电容量”。

在一些实施方式中，B 表示在 25°C 下采用单颗粒微电极法测定的第二正极活性材料的小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比。

在一些实施方式中，C 表示在 25°C 下测定的电池小于 3.7V 充电

容量在整个充电容量中的占比。

在一些实施方式中，第二正极活性材料的小于 3.7V 充电容量和整个充电容量均采用单颗粒微电极法测定，单颗粒微电极法是本领域的常用方法，例如具体为：单颗粒微电极法主要包括微电极、显微镜、微操作手和电化学工作站，通过微操作手结合显微镜来移动微电极，使微电极与第二正极活性材料的单个颗粒接触，然后，以单个颗粒为工作电极、以锂带为对电极和参比电极、采用一定的电解液在一定的温度下进行电化学测试，以获得放电流程的容量-电压曲线。

在一些实施方式中，电池的小于 3.7V 充电容量和整个充电容量可采用本领域的常规方法测定，例如充放电循环三次，由第三次放电流程的容量-电压曲线来获得电池的小于 3.7V 充电容量和整个充电容量。

在一些实施方式中，R 可采用本领域的常规方法和设备测定，例如采用 BER1300 膜片电阻仪进行测试，测试温度为 25°C。

上述范围内的 A、B、C 能够进一步改善低 SOC 区间充电倍率耐受边界，同时使高 SOC 区间充电倍率耐受边界更加合适，从而进一步提高电池的快充性能和/或循环性能；

上述范围内的 R 能够获得较低的过电位，有利于提高电池的倍率性能，使充电过程顺利进行。

在一些实施方式中，第二正极活性材料中，Q 包括 Fe、Ti、V、Ni、Co 和 Mg 中的一种或多种元素；和/或，

G 包括 B、Si、N 和 S 中的一种或多种元素；和/或，

x 为 0.977 至 1，例如可以为 0.977、0.98、0.985、0.99、0.992、0.994、1 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

y 为 0 至 0.001，例如可以为 0、0.0005、0.001 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

z 为 0.1 至 0.9 或者 0.001 至 0.6，可选为 0.3 至 0.7，例如可以为 0.001、0.005、0.01、0.05、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

m 为 0 至 0.001 或者 0.001 至 0.1，例如可以为 0、0.0005、0.001、

0.005、0.01、0.02、0.04、0.05、0.07、0.08、0.1 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

n 为 0 至 0.001 或者 0.001 至 0.1，例如可以为 0、0.0005、0.001、0.005、0.01、0.02、0.04、0.05、0.07、0.08、0.1 以及上述任意数值组成的范围。

由此，通过包括上述 Q 和 G 元素的第二正极活性材料可以进一步提高电池小于 3.7V 低 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，进一步改善低 SOC 区间充电倍率耐受边界，同时维持高 SOC 区间充电容量在充电总容量中的占比，缓解高 SOC 区间充电倍率耐受边界恶化，从而进一步提高电池的快充性能和/或循环性能。

在一些实施方式中，第一正极活性材料中，a 为 0.9 至 1.1，例如可以为 0.75、0.8、0.85、0.9、0.95、1、1.1、1.2 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

d 为 0.003 至 0.4，例如可以为 0.003、0.005、0.008、0.01、0.03、0.04、0.05、0.07、0.1、0.13、0.15、0.2、0.24、0.26、0.3、0.33、0.35、0.38、0.4 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

b 为 30%至 99.5%，可选为 50%至 99%，更可选为 55%至 88%，例如可以为 0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、0.95、0.995 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

c 为 0.2%至 52%，可选为 0.5%至 49.5%，更可选为 5%至 35%，例如可以为 0.002、0.005、0.008、0.01、0.03、0.06、0.08、0.1、0.15、0.2、0.25、0.3、0.35、0.4、0.45、0.48、0.5、0.52 以及上述任意数值组成的范围。

上述范围内的 Ni 含量能够提高电池的快充性能和/或循环性能。

上述范围的 Co 含量能够提高电池的快充性能和/或循环性能。

在一些实施方式中，第一正极材料为单晶或类单晶材料，并且满足：

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 1.5 至 4.5  $\mu\text{m}$ ，可选为 2 至 4.1  $\mu\text{m}$ ，例如可以为 1.5  $\mu\text{m}$ 、2 $\mu\text{m}$ 、2.5 $\mu\text{m}$ 、3 $\mu\text{m}$ 、3.2 $\mu\text{m}$ 、3.5 $\mu\text{m}$ 、4 $\mu\text{m}$ 、4.2 $\mu\text{m}$ 、4.5 $\mu\text{m}$  以及上述任意数值组成的范围；和/或，

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v99}$  粒径  $\leq 18 \mu\text{m}$ , 可选为 6.4 至 17.5  $\mu\text{m}$ , 更可选为 6.5 至 13.5  $\mu\text{m}$ , 例如可以为 1 $\mu\text{m}$ 、2 $\mu\text{m}$ 、3 $\mu\text{m}$ 、4 $\mu\text{m}$ 、5 $\mu\text{m}$ 、5.5 $\mu\text{m}$ 、6 $\mu\text{m}$ 、6.4 $\mu\text{m}$ 、7 $\mu\text{m}$ 、7.5 $\mu\text{m}$ 、8 $\mu\text{m}$ 、8.5 $\mu\text{m}$ 、9 $\mu\text{m}$ 、9.5 $\mu\text{m}$ 、10 $\mu\text{m}$ 、10.4 $\mu\text{m}$ 、11 $\mu\text{m}$ 、11.6 $\mu\text{m}$ 、12 $\mu\text{m}$ 、12.5 $\mu\text{m}$ 、13 $\mu\text{m}$ 、13.6 $\mu\text{m}$ 、14 $\mu\text{m}$ 、14.5 $\mu\text{m}$ 、15 $\mu\text{m}$ 、15.5 $\mu\text{m}$ 、16 $\mu\text{m}$ 、16.4 $\mu\text{m}$ 、17 $\mu\text{m}$ 、17.5 $\mu\text{m}$ 、18 $\mu\text{m}$  以及上述任意数值组成的范围; 和/或,

第一正极活性材料的 BET 比表面积为 0.42 至 1.2  $\text{m}^2/\text{g}$ , 可选为 0.5 至 1  $\text{m}^2/\text{g}$ , 例如可以为 0.42  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.47  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.5  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.55  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.58  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.6  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.65  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.68  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.7  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.75  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.8  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.85  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.9  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.95  $\text{m}^2/\text{g}$ 、1.0  $\text{m}^2/\text{g}$ 、1.1  $\text{m}^2/\text{g}$ 、1.2  $\text{m}^2/\text{g}$  以及上述任意数值组成的范围。

第一正极活性材料为单晶或类单晶材料时, 上述范围内的  $D_{v50}$  粒径、 $D_{v99}$  粒径、BET 比表面积有利于增加正极活性材料的活性点位, 提高电池的快充性能和功率, 有助于减少正极活性材料的副反应, 提高电池的循环性能。

在一些实施方式中, 第一正极活性材料为多晶材料, 并且满足:

二次颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 6 至 14  $\mu\text{m}$ , 可选为 7 至 13  $\mu\text{m}$ , 例如 6 $\mu\text{m}$ 、7 $\mu\text{m}$ 、8 $\mu\text{m}$ 、9 $\mu\text{m}$ 、10 $\mu\text{m}$ 、11 $\mu\text{m}$ 、12 $\mu\text{m}$ 、13 $\mu\text{m}$ 、14 $\mu\text{m}$  以及上述任意数值组成的范围; 和/或,

二次颗粒的  $D_{v99}$  粒径  $< 30 \mu\text{m}$ , 可选为 14.2 至 28.8  $\mu\text{m}$ , 更可选为 15.4 至 26.7  $\mu\text{m}$ , 例如可以为 6 $\mu\text{m}$ 、10 $\mu\text{m}$ 、11 $\mu\text{m}$ 、13 $\mu\text{m}$ 、15 $\mu\text{m}$ 、17 $\mu\text{m}$ 、18 $\mu\text{m}$ 、20 $\mu\text{m}$ 、21 $\mu\text{m}$ 、22 $\mu\text{m}$ 、24 $\mu\text{m}$ 、26 $\mu\text{m}$ 、27 $\mu\text{m}$ 、28 $\mu\text{m}$ 、29 $\mu\text{m}$  以及上述任意数值组成的范围; 和/或,

一次颗粒的粒径为 50 至 800 nm, 可选为 50 至 600 nm, 例如可以为 50 nm、55 nm、60 nm、65 nm、70 nm、80 nm、90 nm、100 nm、120 nm、150 nm、200 nm、240 nm、260 nm、300 nm、350 nm、400 nm、450 nm、500 nm、550 nm、600 nm、650 nm、700 nm、750 nm、800 nm 以及上述任意数值组成的范围; 和/或,

第一正极活性材料的 BET 比表面积为 0.8 至 1.2  $\text{m}^2/\text{g}$ , 可选为 0.8 至 1.1  $\text{m}^2/\text{g}$ , 例如可以为 0.85  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.9  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.95  $\text{m}^2/\text{g}$ 、0.98  $\text{m}^2/\text{g}$ 、

1.0 m<sup>2</sup>/g、1.05 m<sup>2</sup>/g、1.1 m<sup>2</sup>/g、1.2 m<sup>2</sup>/g 以及上述任意数值组成的范围。

第一正极活性材料为多晶材料时，上述范围内的二次颗粒 D<sub>v</sub>50 粒径、二次颗粒 D<sub>v</sub>99 粒径、一次颗粒粒径、BET 比表面积有利于增加正极活性材料的活性点位，提高电池的快充性能和功率，有助于减少正极活性材料的副反应，提高电池的循环性能。

在一些实施方式中，第二正极活性材料为单晶或类单晶材料，并且满足：

单晶颗粒或类单晶颗粒的 D<sub>v</sub>50 粒径为 0.2 至 1.6 μm，可选为 0.25 至 1.49 μm，例如可以为 0.3μm、0.4μm、0.5μm、0.6μm、0.7μm、0.8μm、0.9μm、1.0μm、1.1μm、1.2μm、1.3μm、1.4μm、1.5μm、1.6μm 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

单晶颗粒或类单晶颗粒的 D<sub>v</sub>99 粒径为 5.2 至 33.8 μm，可选为 6.1 至 25.7 μm，例如 5.2μm、5.5μm、6μm、6.5μm、7μm、7.5μm、8μm、8.5μm、9μm、9.5μm、10μm、10.5μm、11μm、12μm、13μm、14μm、15μm、16μm、18μm、20μm、22μm、24μm、26μm、28μm、30μm、31μm、33μm、33.8μm 以及上述任意数值组成的范围；和/或，

第二正极活性材料的 BET 比表面积为 11.3 至 14.1 m<sup>2</sup>/g，可选为 12 至 13.7 m<sup>2</sup>/g，例如可以为 11.3 m<sup>2</sup>/g、11.5 m<sup>2</sup>/g、12 m<sup>2</sup>/g、12.5 m<sup>2</sup>/g、12.8 m<sup>2</sup>/g、13 m<sup>2</sup>/g、13.6 m<sup>2</sup>/g、14 m<sup>2</sup>/g、14.1 m<sup>2</sup>/g 以及上述任意数值组成的范围。

第二正极活性材料为单晶或类单晶材料时，上述范围的 D<sub>v</sub>50 粒径、D<sub>v</sub>99 粒径、BET 比表面积有利于增加正极活性材料的活性点位，提高电池的快充性能和功率，有助于减少正极活性材料的副反应，提高电池的循环性能。

在一些实施方式中，晶型可以采用本领域的常规方法测定，例如采用扫描电镜对样品测试，调整放大倍数使视野内具有大于 10 个的团聚颗粒，计量组成每个团聚颗粒的一次颗粒数量，并用标尺测量一次颗粒长度方向的尺寸记为粒径，将每个团聚颗粒中的一次颗粒的粒径由大至小排序，去除 1/10 的粒径最大数据和 1/10 的粒径最小的数

据，剩余粒径数据取平均值作为该团聚颗粒中一次颗粒的平均粒径。如果 50%以上（包括 50%）数量的团聚颗粒中的一次颗粒的数量和平均粒径符合前述“多晶材料颗粒”的定义，则判定该样品为多晶材料，否则，判定为单晶或类单晶材料。将一次颗粒的平均粒径作为多晶材料的一次颗粒的粒径。

在一些实施方式中， $D_{v50}$  粒径和  $D_{v99}$  粒径可以采用本领域的常规方法测定，例如按照国家标准 GB/T 19077-2016《粒度分布 激光衍射法》中的方法测定。

在一些实施方式中，BET 比表面积为在 25°C 下的 BET 比表面积。

在一些实施方式中，BET 比表面积可以采用本领域的常规方法测定，例如按照国家标准 GB/T 19587-2004《气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积》中的方法测定。

在一些实施方式中，第一正极活性材料为层状结构；和/或，第二正极活性材料为橄榄石结构。

在一些实施方式中，第一正极活性材料包括内核和包覆内核的包覆层，内核为化合物  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_1\text{d}\text{M}_2\text{eO}_f\text{E}_g$ ；和/或，

第二正极活性材料包括内核和包覆内核的包覆层，内核为化合物  $\text{Li}_x\text{H}_y\text{Mn}_{1-z}\text{Q}_z\text{P}_{1-m}\text{G}_m\text{O}_{4-n}\text{D}_n$ ；

可选地，第一正极活性材料和第二正极活性材料中的包覆层独立地包括焦磷酸盐、磷酸盐和碳中的一种或多种。

由此，第一正极活性材料和/或第二正极活性材料中的包覆层有利于保护内核，从而减少副反应的发生，提高电池的循环性能。

在一些实施方式中，包覆层在第二正极活性材料中的质量占比为 0.5%至 2.2%，可选为 1%至 1.9%，更可选为 1.2%至 1.5%；

可选地，第二正极活性材料中的包覆层为碳。

在一些实施方式中，电池包括负极极片，负极极片包括负极集流体和设置在负极集流体至少一个表面上的负极膜层，负极膜层包含负极活性材料；其中，

负极活性材料的涂覆面密度为 9 至 11 mg/cm，可选为 9.5 至 10.5 mg/cm<sup>2</sup>，更可选为 10.0 至 10.4 mg/cm；和/或，

负极膜层的密度为 1.55 至 1.75 g/cm<sup>3</sup>，可选为 1.6 至 1.7 g/cm<sup>3</sup>，更可选为 1.64 至 1.69 g/cm<sup>3</sup>。

负极活性材料的涂覆面密度在上述范围内有利于改善电池的快充倍率性能，改善电池的充电 CB，缓解负极极片的析锂问题。负极膜层的密度在上述范围内有利于改善负极极片的嵌锂能力和负极活性材料与导电剂之间的接触性，从而改善电池的快充倍率性能和/或循环性能。

在一些实施方式中，“负极活性材料的涂覆面密度”是指单位面积负极极片所含有的负极活性材料重量。

#### [正极极片]

正极极片通常包括正极集流体以及设置在正极集流体至少一个表面的正极膜层，正极膜层包含上述的第一正极活性材料和第二正极活性材料。

作为示例，正极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，正极膜层设置在正极集流体相对的两个表面的其中任意一者或两者上。

在一些实施方式中，正极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可采用铝箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基层至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料（铝、铝合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）形成在高分子材料基材（如聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等的基材）上而形成。

在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括粘结剂。作为示例，粘结剂可以包括聚偏氟乙烯（PVDF）、聚四氟乙烯（PTFE）、偏氟乙烯-四氟乙烯-丙烯三元共聚物、偏氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三元共聚物、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物及含氟丙烯酸酯树脂中的至少一种。

在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括导电剂。作为示例，导电剂可以包括超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。

在一些实施方式中，可以通过以下方式制备正极极片：将上述用于制备正极极片的组分，例如正极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他的组分分散于溶剂（例如 N-甲基吡咯烷酮）中，形成正极浆料；将正极浆料涂覆在正极集流体上，经烘干、冷压等工序后，即可得到正极极片。

#### [负极极片]

负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上的负极膜层，负极膜层包括负极活性材料。

作为示例，负极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，负极膜层设置在负极集流体相对的两个表面中的任意一者或两者上。

在一些实施方式中，负极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可以采用铜箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基材至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料（铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）形成在高分子材料基材（如聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等的基材）上而形成。

在一些实施方式中，负极活性材料可采用本领域公知的用于电池的负极活性材料。作为示例，负极活性材料可包括以下材料中的至少一种：人造石墨、天然石墨、软炭、硬炭、硅基材料、锡基材料和钛酸锂等。硅基材料可选自单质硅、硅氧化合物、硅碳复合物、硅氮复合物以及硅合金中的至少一种。锡基材料可选自单质锡、锡氧化合物以及锡合金中的至少一种。但本申请并不限于这些材料，还可以使用其他可被用作电池负极活性材料的传统材料。这些负极活性材料可以仅单独使用一种，也可以将两种以上组合使用。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括粘结剂。作为示例，粘结剂可选自丁苯橡胶（SBR）、聚丙烯酸（PAA）、聚丙烯酸钠（PAAS）、聚丙烯酰胺（PAM）、聚乙烯醇（PVA）、海藻酸钠（SA）、聚甲基丙烯酸（PMAA）及羧甲基壳聚糖（CMCS）中的至少一种。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括导电剂。作为示例，

导电剂可选自超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括其他助剂，例如增稠剂（如羧甲基纤维素钠（CMC-Na））等。

在一些实施方式中，可以通过以下方式制备负极极片：将上述用于制备负极极片的组分，例如负极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他组分分散于溶剂（例如去离子水）中，形成负极浆料；将负极浆料涂覆在负极集流体上，经烘干、冷压等工序后，即可得到负极极片。

#### [电解质]

电解质在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。本申请对电解质的种类没有具体的限制，可根据需求进行选择。例如，电解质可以是液态的、凝胶态的或全固态的。

在一些实施方式中，电解质为液态的，且包括电解质盐和溶剂。

在一些实施方式中，电解质盐可选自六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、高氯酸锂、六氟砷酸锂、双氟磺酰亚胺锂、双三氟甲磺酰亚胺锂、三氟甲磺酸锂、二氟磷酸锂、二氟草酸硼酸锂、二草酸硼酸锂、二氟二草酸磷酸锂及四氟草酸磷酸锂中的至少一种。

在一些实施方式中，溶剂可选自碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸甲乙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、碳酸二丙酯、碳酸甲丙酯、碳酸乙丙酯、碳酸亚丁酯、氟代碳酸亚乙酯、甲酸甲酯、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、1,4-丁内酯、环丁砜、二甲砜、甲乙砜及二乙砜中的至少一种。

在一些实施方式中，电解液还可选地包括添加剂。作为示例，添加剂可以包括负极成膜添加剂、正极成膜添加剂，还可以包括能够改善电池某些性能的添加剂，例如改善电池过充性能的添加剂、改善电池高温或低温性能的添加剂等。

#### [隔离膜]

在一些实施方式中，二次电池中还包括隔离膜。本申请对隔离膜的种类没有特别的限制，可以选用任意公知的具有良好的化学稳定性和机械稳定性的多孔结构隔离膜。

在一些实施方式中，隔离膜的材质可选自玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的至少一种。隔离膜可以是单层薄膜，也可以是多层复合薄膜，没有特别限制。在隔离膜为多层复合薄膜时，各层的材料可以相同或不同，没有特别限制。

在一些实施方式中，正极极片、负极极片和隔离膜可通过卷绕工艺或叠片工艺制成电极组件。

在一些实施方式中，二次电池可包括外包装。该外包装可用于封装上述电极组件及电解质。

在一些实施方式中，二次电池的外包装可以是硬壳，例如硬塑料壳、铝壳、钢壳等。二次电池的外包装也可以是软包，例如袋式软包。软包的材质可以是塑料，作为塑料，可列举出聚丙烯、聚对苯二甲酸丁二醇酯以及聚丁二酸丁二醇酯等。

本申请对二次电池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。例如，图 1 是作为一个示例的方形结构的二次电池 5。

在一些实施方式中，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 能够盖设于开口，以封闭容纳腔。正极极片、负极极片和隔离膜可经卷绕工艺或叠片工艺形成电极组件 52。电极组件 52 封装于容纳腔内。电解液浸润于电极组件 52 中。二次电池 5 所含电极组件 52 的数量可以为一个或多个，本领域技术人员可根据具体实际需求进行选择。

在一些实施方式中，二次电池可以组装成电池模块，电池模块所含二次电池的数量可以为一个或多个，具体数量本领域技术人员可根据电池模块的应用和容量进行选择。

图 3 是作为一个示例的电池模块 4。参照图 3，在电池模块 4 中，多个二次电池 5 可以是沿电池模块 4 的长度方向依次排列设置。当然，也可以按照其他任意的方式进行排布。进一步可以通过紧固件将该多个二次电池 5 进行固定。

可选地，电池模块 4 还可以包括具有容纳空间的外壳，多个二次

电池 5 容纳于该容纳空间。

在一些实施方式中，上述电池模块还可以组装成电池包，电池包所含电池模块的数量可以为一个或多个，具体数量本领域技术人员可根据电池包的应用和容量进行选择。

图 4 和图 5 是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块 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块 4 的封闭空间。多个电池模块 4 可以按照任意的方式排布于电池箱中。

本申请中，电池可以包括但不限于二次电池、电池模块和电池包。

另外，本申请还提供一种用电装置，用电装置包括本申请提供的二次电池、电池模块、或电池包中的至少一种。二次电池、电池模块、或电池包可以用作用电装置的电源，也可以用作用电装置的能量存储单元。用电装置可以包括移动设备（例如手机、笔记本电脑等）、机动车辆（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，但不限于此。

作为用电装置，可以根据其使用需求来选择二次电池、电池模块或电池包。

图 6 是作为一个示例的用电装置。该用电装置为纯电动车、混合动力电动车、或插电式混合动力电动车等。为了满足该用电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块。

#### [实施例]

以下，说明本申请的实施例。下面描述的实施例是示例性的，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。实施例中未注明具体技术或条件的，按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市购获得的常规产品。

### 实施例 1

(1) 第一正极活性材料：购买自广东邦普循环科技有限公司。

(2) 第二正极活性材料：购买自深圳市德方纳米科技股份有限公司。

(3) 正极极片的制备：将第一正极活性材料、第二正极活性材料、聚偏二氟乙烯 (PVDF) 和导电碳按照 63 : 27 : 5 : 5 的质量比加入到 N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 中，在干燥房中搅拌制成均匀的浆料，控制粘度为 3000~10000 mPa·S，在正极集流体铝箔上涂敷上述的浆料，经过烘干处理，制成正极极片。

(4) 负极极片的制备：将石墨、羧甲基纤维素钠 (CMC)、丁苯橡胶 (SBR)、导电碳按照 90 : 2 : 3 : 5 的质量比加入到去离子水中，搅拌制成均匀的浆料，控制粘度为 3000~10000 mPa·S，在负极集流体铜箔上涂敷上述的负极浆料，经过烘干处理，制成负极极片。

(5) 隔离膜：采用聚乙烯 (PE) 多孔聚合薄膜。

(6) 电解液的制备：将碳酸乙烯酯 (EC)、碳酸二乙酯 (DEC) 和碳酸二甲酯 (DMC) 按体积比 1:1:1 混合，然后将  $\text{LiPF}_6$ 、氟代碳酸乙烯酯 (FEC) 均匀溶解在上述溶液中，得到电解液。该电解液中， $\text{LiPF}_6$  的浓度为 1 mol/L，氟代碳酸乙烯酯 (FEC) 的含量为 5wt.%。

(7) 软包叠片电池的制备：将上述的正极极片、负极极片和隔膜按照 Z 字型叠片结构制成相应电芯，将电芯在 90℃ 的环境下真空烘干 12h，随后进行正负极的极耳超声焊接，正极采用铝极耳，负极采用镍极耳，正负极的极耳位于电芯同侧，将极耳焊接后的电芯装入合适尺寸的铝塑膜中进行顶侧封装，封装常规温度为 145℃，注液，静置，化成，老化，排气，二封，容量测试即可得到制备好的软包叠片电池。

实施例 2-41 和对比例 1-2 与实施例 1 的二次电池制备方法相似，不同的产品参数详见表 1。其中：

A 表示第二正极活性材料在两种正极活性材料中的质量百分比；

B 表示采用单颗粒微电极法测定的第二正极活性材料的小于

3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比；

C 表示电池的小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比；

R 表示正极极片在 25°C 下的电阻 ( $\Omega$ )。

表 1 中，第一正极活性材料为层状结构，均购买自广东邦普循环科技有限公司；实施例 1-38 的第二正极活性材料为橄榄石型，均购买自深圳市德方纳米科技股份有限公司。

#### 实施例 39 第二正极活性材料的制备方法

制备掺杂的草酸锰：将 1.3mol 的  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、0.7mol 的  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  在混料机中充分混合 6 小时。将混合物转移至反应釜中，并加入 10L 去离子水和 2mol 二水合草酸（以草酸计）。将反应釜加热至 80°C，以 600rpm 的转速搅拌 6 小时，反应终止（无气泡产生），得到 Fe 掺杂的草酸锰悬浮液。然后过滤悬浮液，将滤饼在 120°C 下烘干，之后进行研磨，得到中值粒径  $D_{v50}$  为 100nm 左右的 Fe 掺杂的草酸锰颗粒。

制备掺杂的磷酸锰锂：取 1mol 上述草酸锰颗粒、0.497mol 碳酸锂、0.001mol 的  $\text{Mo}(\text{SO}_4)_3$ 、含有 0.999mol 磷酸的浓度为 85% 的磷酸水溶液、0.001mol 的  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ 、0.0005mol 的  $\text{NH}_4\text{HF}_2$  和 0.005mol 蔗糖加入到 20L 去离子水中。将混合物转入砂磨机中充分研磨搅拌 10 小时，得到浆料。将浆料转移到喷雾干燥设备中进行喷雾干燥造粒，设定干燥温度为 250°C，干燥 4 小时，得到颗粒。在氮气（90 体积%）+氢气（10 体积%）保护气氛中，将上述粉料在 700°C 下烧结 10 小时。正极活性材料可用电感耦合等离子体发射光谱（ICP）进行元素含量的检测。

#### 实施例 40 第二正极活性材料的制备方法

除了将高纯  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的量改变为 0.4885mol，将  $\text{Mo}(\text{SO}_4)_3$  换成  $\text{MgSO}_4$ ，将  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的量改变为 0.68mol，在制备掺杂的草酸锰时还加入 0.02mol 的  $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$ ，并将  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  换成  $\text{HNO}_3$  之外，其他与实施例 1-36 第二正极活性材料的制备方法相同。正极活性材料可用

电感耦合等离子体发射光谱（ICP）进行元素含量的检测。

#### 实施例 41 第二正极活性材料的制备方法

除了将高纯  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的量改变为 0.496mol，将  $\text{Mo}(\text{SO}_4)_3$  换成  $\text{W}(\text{SO}_4)_3$ ，将  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  换成  $\text{H}_2\text{SO}_4$  之外，其他与实施例 1-36 第二正极活性材料的制备方法相同。正极活性材料可用电感耦合等离子体发射光谱（ICP）进行元素含量的检测。

表 1: 实施例 1-41 与对比例 1-2 的参数结果

实施例	第一正级活性材料										第二正级活性材料					负极活性材料									
	物质	b	c	晶型	单晶颗粒		二次颗粒		一次颗粒粒径 (mm)	BET (m <sup>2</sup> /g)	材料结构	物质	晶型	Dv50(μm)	Dv99(μm)	BET (m <sup>2</sup> /g)	材料结构	A	B	C	R	A×B×R/C	物 质	涂覆面密度 (mg/cm <sup>2</sup> )	负极涂层密度 (g/cm <sup>3</sup> )
					Dv50(μm)	Dv99(μm)	Dv50(μm)	Dv99(μm)																	
实施例 1	LiNi <sub>0.5</sub> Co <sub>0.3</sub> Mn <sub>0.2</sub> O <sub>2</sub>	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	Dv50(μm)	Dv99(μm)	/	/	层状	LiMn <sub>0.8</sub> Fe <sub>0.1</sub> PO <sub>4</sub>	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.65
实施例 2	LiNi <sub>0.5</sub> Co <sub>0.3</sub> Mn <sub>0.2</sub> O <sub>2</sub>	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	Dv50(μm)	Dv99(μm)	/	/	层状	LiMn <sub>0.8</sub> Fe <sub>0.1</sub> PO <sub>4</sub>	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	10%	57%	5.70%	0.1	0.1	石墨	10.5	1.65
实施例 3	LiNi <sub>0.5</sub> Co <sub>0.3</sub> Mn <sub>0.2</sub> O <sub>2</sub>	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	Dv50(μm)	Dv99(μm)	/	/	层状	LiMn <sub>0.8</sub> Fe <sub>0.1</sub> PO <sub>4</sub>	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	50%	57%	22.80%	0.6	0.75	石墨	9.6	1.65
实施例 4	LiNi <sub>0.5</sub> Co <sub>0.3</sub> Mn <sub>0.2</sub> O <sub>2</sub>	0.550	0.150	单晶	3.7	10.8	Dv50(μm)	Dv99(μm)	/	/	层状	LiMn <sub>0.8</sub> Fe <sub>0.1</sub> PO <sub>4</sub>	单晶	0.61	12.7	12.3	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.65

实施例 5	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_0.4\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.25	6.1	13.7	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.65
实施例 6	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_0.4\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	1.49	25.7	12	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.65
实施例 7	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.650	0.120	单晶	3.4	12.6	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_0.4\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	10.47%	0.3	0.49	石墨	10.3	1.65
实施例 8	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.500	0.150	单晶	3.5	8.4	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_0.4\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	12.51%	0.3	0.41	石墨	10.2	1.65
实施例 9	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.990	0.005	单晶	3.3	9.7	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_0.4\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	9.87%	0.3	0.52	石墨	10.3	1.65
实施例 10	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.500	0.200	单晶	3.2	7.4	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_0.4\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	13.50%	0.3	0.38	石墨	10.2	1.65

实施例 11	$\text{LiNi}_{0.95}\text{Co}_{0.05}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_2$	0.960	0.005	单晶	3.2	8.3	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.8}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	10.26%	0.3	0.5	石墨	10.3	1.65
实施例 12	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.45}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_2$	0.500	0.495	单晶	3.8	11.2	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	16.03%	0.3	0.32	石墨	10	1.65
实施例 13	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.8	10.2	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.8}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	12.51%	0.3	0.41	石墨	10.2	1.65
实施例 14	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	2	6.5	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.8}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	11.93%	0.3	0.43	石墨	10.2	1.65
实施例 15	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	4.1	13.5	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.8}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	13.50%	0.3	0.38	石墨	10.2	1.65
实施例 16	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_2$	0.800	0.100	多晶	/	/	9.1	22.3	50~600 mm	/	层状	$\text{LiMn}_{0.8}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	10.06%	0.3	0.51	石墨	10.3	1.65

实施例 17	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{O}$	0.800	0.100	多晶	/	/	7	15.4	50~600 mm	1.1	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	9.68%	0.3	0.53	石墨	10.4	1.65
实施例 18	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{O}$	0.800	0.100	多晶	/	/	13	26.7	50~600 mm	0.8	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	11.40%	0.3	0.45	石墨	10.3	1.65
实施例 19	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.2	5.2	14.1	橄榄石型	30%	57%	14.87%	0.2	0.23	石墨	10.1	1.65
实施例 20	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	1.6	33.8	11.3	橄榄石型	30%	57%	9.37%	0.4	0.73	石墨	10.4	1.65
实施例 21	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{O}$	0.300	0.300	单晶	3.3	9.2	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	16.03%	0.3	0.32	石墨	10	1.65
实施例 22	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.05}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_{0.05}\text{O}_2$	0.995	0.002	单晶	3.2	8.1	/	/	/	0.8	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	7.43%	0.3	0.69	石墨	10.5	1.65
实施例 23	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.05}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_{0.05}\text{O}_2$	0.830	0.002	单晶	3.4	8.2	/	/	/	0.8	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	7.66%	0.3	0.67	石墨	10.5	1.65

实施例 24	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{O}_2$	0.300	0.520	单晶	3.9	10.5	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	15.55%	0.3	0.33	石墨	10	1.65
实施例 25	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	1.5	6.4	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	11.15%	0.3	0.46	石墨	10.3	1.65
实施例 26	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	4.5	17.5	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	14.66%	0.3	0.35	石墨	10.1	1.65
实施例 27	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_2$	0.800	0.100	多晶	/	/	6	14.2	50~600 mm	600	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	9.00%	0.3	0.57	石墨	10.4	1.65
实施例 28	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_2$	0.800	0.100	多晶	/	/	14	28.8	50~600 mm	600	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	12.21%	0.3	0.42	石墨	10.2	1.65
实施例 29	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	/	层状	$\text{LiMn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.2	5.2	14.1	橄榄石型	20%	57%	13.68%	0.3	0.25	石墨	10.3	1.65

实施例 30	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.05}\text{Mn}_{0.45}\text{O}_2$	0.830	0.002	单晶	3.4	8.2	/	/	/	0.8	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	8.55%	0.3	0.6	石墨	10.4	1.65
实施例 31	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.65	14.8	13.3	橄榄石型	30%	40%	11.15%	0.4	0.43	石墨	10.2	1.65
实施例 32	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.8	14.4	12	橄榄石型	30%	60%	14.37%	0.3	0.4	石墨	10.1	1.65
实施例 33	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.4	10.5	/	/	/	0.6	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	12.92%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.65
实施例 34	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$ 包覆碳	单晶	0.84	15.3	12.8	橄榄石型	30%	57%	14.66%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.65
实施例 35	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	9.5	1.65
实施例 36	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.35}\text{O}_2$	0.550	0.150	单晶	3.5	10.6	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	10.5	1.65

实施例 37	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	3.5	10.6	/	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_2\text{Fe}_2\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.6
实施例 38	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	3.5	10.6	/	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_2\text{Fe}_2\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	30%	57%	13.00%	0.3	0.4	石墨	10.2	1.7
实施例 39	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	3.5	10.6	/	/	/	/	0.7	层状	$\text{Li}_{0.95}\text{Mn}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{Fe}_{0.3}\text{P}_{0.99}\text{Si}_{0.01}\text{O}_{2.99}\text{F}_{0.01}$	单晶	0.66	14.8	13.2	橄榄石型	30%	40%	11.15%	0.4	0.43	石墨	10.2	1.65
实施例 40	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	3.5	10.6	/	/	/	/	0.7	层状	$\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.01}\text{Mn}_{0.02}\text{Fe}_{0.3}\text{Ti}_{0.01}\text{P}_{0.99}\text{Ni}_{0.01}\text{O}_{2.99}\text{F}_{0.01}$	单晶	0.65	14.8	13.3	橄榄石型	30%	40%	11.15%	0.4	0.43	石墨	10.2	1.65
实施例 41	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	3.5	10.6	/	/	/	/	0.7	层状	$\text{Li}_{0.95}\text{W}_{0.01}\text{Mn}_{0.05}\text{Fe}_{0.3}\text{P}_{0.98}\text{Si}_{0.01}\text{O}_{2.98}\text{F}_{0.01}$	单晶	0.64	14.6	13.3	橄榄石型	30%	40%	11.15%	0.4	0.43	石墨	10.2	1.65
对比例 1	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	3.5	10.6	/	/	/	/	0.7	层状	$\text{LiMn}_2\text{Fe}_2\text{PO}_4$	单晶	0.83	15.3	12.4	橄榄石型	5%	57%	3%	0.1	0.05	石墨	10.2	1.65

对比 例2	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$	0.550	0.150	单 晶	3.5	10.6	/	/	/	层 状	$\text{LiMn}_0.8\text{Fe}_{0.1}\text{PO}_4$	单 晶	0.83	15.3	12.4	橄榄 石 型	70%	57%	30%	0.6	0.8	石 墨	10.2	1.65
----------	--	-------	-------	--------	-----	------	---	---	---	--------	---	--------	------	------	------	--------------	-----	-----	-----	-----	-----	--------	------	------

## 电池测试

### (1) 正极极片的电阻测定:

采用 BER1300 膜片电阻仪进行测试, 测试步骤如下:

a) 将正极极片制成直径为 22 mm 的圆片;

b) 将制备好的圆片放入 BER1300 仪器的测试平台上进行测试, 测试压力为 0.4 吨, 测试温度为 25°C, 测试时间为 10s, 所得到的电阻数值即为正极极片的电阻。

### (2) 第二正极活性材料小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比的测定 (单颗粒微电极法):

将第二正极活性材料的颗粒 (Dv50 粒径为 0.25-1.49  $\mu\text{m}$ ) 分散在依次用洗液 (98 wt%浓度的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  水溶液和 30 wt%浓度的双氧水以体积比 3:1 混合) 和去离子水清洗过的盖玻片上。

微电极为玻璃毛细管包封的铂丝, 铂丝的直径为 10  $\mu\text{m}$ , 玻璃毛细管与铂丝的半径比值小于 5, 铂丝的端面打磨成针尖形, 铂丝和导线铜丝之间通过导电银胶导通。测试前, 需将微电极置于 0.5mol/L 的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  水溶液中进行循环伏安扫描, 扫描速度为 50mV/s, 扫描电势范围为 -0.22V~1.22V (vs. SCE), 以去除微电极上残留的杂质。

单颗粒微电极测试装置主要包括微电极、显微镜、微操作手和电化学工作站, 通过微操作手结合显微镜来移动微电极, 使微电极与第二正极活性材料的单个颗粒接触, 然后, 以单个颗粒为工作电极, 以锂带为对电极和参比电极, 以含有 1 mol/L  $\text{LiPF}_6$  的碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸丙烯酯 (PC) (体积比 1:1) 为电解液进行电化学测试; 电化学测试温度为 25°C, 以 0.33C 恒流充电至 4.4V 后转为恒压充电, 当充电电流减小至 0.05C 时, 恒压充电结束, 随后以 0.33C 放电至满放电压 2.5V, 取放电流程的容量-电压曲线, X 轴表示充电容量, Y 轴表示电压, 电压 3.7V 对应的充电容量为 Q3, 满放电压 2.5V 对应整个充电容量 Q4, 按照如下公式计算电压小于 3.7V 的充电容量在整个充电容量中的占比 B。

$$B(\%) = 100 \times (Q4 - Q3)/Q4$$

(3) 电池小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比的测定:

对软包叠片电池进行测试, 操作如下: 测试环境温度为 25℃, 以 0.33C 恒流充电至 4.4V 后转为恒压充电, 当充电电流减小至 0.05C 时, 恒压充电结束, 随后 0.33C 放电至满放电压 2.5V, 按此流程重复 3 次, 取第 3 次放电流程的容量-电压曲线, X 轴表示充电容量, Y 轴表示电压, 电压 3.7V 对应的充电容量为 Q1, 满放电压 2.5V 对应整个充电容量 Q2, 按照如下公式计算电池小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比 C。

$$C(\%) = 100 \times (Q2 - Q1)/Q2$$

(4) 晶体类型及多晶材料的一次颗粒粒径的测试:

如果没有特别的说明, 在本申请中, 术语“单晶/类单晶颗粒”意指单个颗粒 (即一次颗粒)。

如果没有特别的说明, 在本申请中, 术语“二次颗粒”和“多晶材料颗粒”通常具有类似的含义, 其意指由超过 100 个平均粒径在 50-800 nm 范围内的一次颗粒团聚形成的颗粒。

采用扫描电镜对正极活性材料进行测试, 调整样品和放大倍数使视野内具有大于 10 个的团聚颗粒, 计量组成每个团聚颗粒的一次颗粒数量, 并用标尺测量一次颗粒长度方向的尺寸记为粒径, 将每个团聚颗粒中的一次颗粒的粒径由大至小排序, 去除 1/10 的粒径最大数据和 1/10 的粒径最小的数据, 剩余粒径数据取平均值作为该团聚颗粒中一次颗粒的平均粒径。如果 50%以上 (包括 50%) 数量的团聚颗粒中的一次颗粒的数量和平均粒径符合上述“多晶材料颗粒”的定义, 则判定该正极活性材料为多晶材料, 否则, 判定为单晶或类单晶材料。

记录多晶材料的一次颗粒的平均粒径作为一次颗粒的粒径。

(5) 粒度分布测试:

按照国家标准 GB/T 19077-2016《粒度分布 激光衍射法》中的方法测定单晶颗粒或类单晶颗粒、二次颗粒的  $D_v50$  粒径和  $D_v99$  粒径, 其中, 溶剂使用去离子水, 测试前超声处理 5 分钟。

(6) BET 比表面积的测试:

测试环境温度为 25℃, 按照国家标准 GB/T 19587-2004《气体吸

附 BET 法测定固态物质比表面积》中的方法测定粉末的 BET 比表面积，其中，测试前将粉末置于真空烘箱中在 200℃干燥≥2h，粉末需求量称取>20g。

(7) 10%~80%SOC 充电时间的测试：

在 25℃恒温环境中，对软包叠片电池进行不同倍率（ $C_1 < C_2 < C_3 < C_4 < \dots < C_n$ ）的充电测试，测试过程中充电倍率由小至大，充电过程中需同时监测软包叠片电池的全电电压和软包叠片电池的负极电压。具体过程如下：软包叠片电池以  $C_1$  充电至满充电电压 4.4V 或负极电压为 0V，获得充电结束时电池 SOC 值，然后以 0.33C 放电至满放电压 2.5V；按照由小至大的充电倍率重复上述过程，可得到不同倍率充电结束时 SOC 值，将充电结束时 SOC 值与对应的倍率值进行拟合，得到充电结束时 SOC 与倍率值之间的关系式，将 20% SOC、30% SOC、40% SOC、50% SOC、60% SOC、70% SOC、80% SOC 代入关系式中，得到相应的倍率  $C_{20\%}$ 、 $C_{30\%}$ 、 $C_{40\%}$ 、 $C_{50\%}$ 、 $C_{60\%}$ 、 $C_{70\%}$ 、 $C_{80\%}$ ，按照下式计算出 10%~80%SOC 充电时间(min)；

10%~80%SOC 充电时间=（ $60/C_{20\%}+60/C_{30\%}+\dots+60/C_{80\%}$ ） $\times 10\%$ 。

(8) 循环寿命测试：

将电池在 25℃恒温环境中，以 0.5C 由 2.5V 充电至 4.25-4.3V，然后在 4.25-4.3V 下恒压充电至电流 $\leq 0.05\text{mA}$ ，静置 5 分钟，然后以 0.5C 放电至 2.5V，记录电池首次循环的放电容量为  $D_1$ ；重复上述操作，每次循环的放电容量记为  $D_n(n=2,3,\dots)$ ；按照如下公式计算电芯的衰减程度（State of health SOH），记录衰减程度至 80%SOH 时的循环圈数  $n$ 。

电芯的衰减程度= $100\% \times D_n/D_3$

(9) 负极膜层密度的测试：

室温环境下，取面积  $10\text{mm}^2$ 、厚度  $d_1$  (mm) 的圆片形负极集流体，称其重量  $m_1$  (g)；取同样材质和厚度的负极集流体长 10m、宽 200mm，在负极集流体的正反两面涂覆前述的负极浆料，经干燥、在 30-40T 下冷压，得到负极极片，其包括负极集流体和涂布在

负极集流体上的负极膜层；从极片一端开始，分别在 1m、3m、5m、7m、9m 长度处取 10mm<sup>2</sup> 圆片，称量各圆片的重量 m<sub>2</sub>-m<sub>6</sub> (g) 并计算圆片的平均重量 m<sub>s</sub> (g)，测量各圆片的厚度 d<sub>2</sub>-d<sub>6</sub> (mm) 并计算圆片的平均厚度 d<sub>s</sub> (mm)；按照如下公式计算负极膜层的密度 (g/cm<sup>3</sup>)。

$$\text{负极膜层密度} = 1000 \times \frac{m_s - m_1}{10 \times (d_s - d_1)}$$

(10) 充电 CB 数据的测试：

正极极片和负极极片分别装配成扣式电池（负极采用金属锂片）；正极极片扣式电池的测试条件：25℃下，0.1C 充放电，2.5~4.45V，得到正极极片扣式电池的容量，除以正极活性材料质量，得到正极活性材料的克容量 Q1 (mAh/g)；负极极片扣式电池的测试条件：25℃下，0.1C 充放电，0.005~2.0V，得到负极极片扣式电池的容量，除以负极活性材料质量，得到负极活性材料的克容量 Q2 (mAh/g)。

室温环境下，取面积 10mm<sup>2</sup> 的圆片形正极集流体，称其重量 m<sub>1</sub> (g)；取面积 10mm<sup>2</sup> 的圆片形负极集流体，称其重量 m<sub>12</sub> (g)；取同样材质和厚度的正极集流体长 10m、宽 200mm，在正极集流体的正反两面涂覆前述的正极浆料，经干燥、冷压，得到正极极片，其包括正极集流体和涂布在正极集流体上的正极膜层，正极膜层中的正极活性材料含量为 W<sub>1</sub>；取同样材质和厚度的负极集流体长 10m、宽 200mm，在负极集流体的正反两面涂覆前述的负极浆料，经干燥、冷压，得到负极极片，其包括负极集流体和涂布在负极集流体上的负极膜层，负极膜层中的负极活性材料含量为 W<sub>2</sub>；从正极极片/负极极片的一端开始，分别在 1m、3m、5m、7m、9m 长度处取 10mm<sup>2</sup> 圆片，正极的各圆片重量记为 m<sub>2</sub>-m<sub>6</sub> (g) 并计算正极圆片的平均重量 m<sub>s1</sub> (g)，负极的各圆片重量记为 m<sub>7</sub>-m<sub>11</sub> (g) 并计算负极圆片的平均重量 m<sub>s2</sub> (g)。

按照如下公式计算充电 CB 值。

$$\text{充电 CB 值} = (m_{s2}/10 - m_{12}/10) \times Q2 \times W2 / [(m_{s1}/10 - m_1/10) \times Q1 \times W1]$$

(11) 析锂情况的测试：

将上述第 (8) 项的循环后软包叠片电池以 0.33C 恒流充电至满充电电压 4.4V，转为恒压充电，当充电电流减小至 0.05C 时，充电结

束，将电池在 2%相对湿度下进行拆解，观察负极表面是否有银白色金属析出，若有则为析锂，否则无析锂。

表 2：实施例 1-41 与对比例 1-2 的性能测试结果

	循环寿命（圈）	10%~80%SOC 充电时间(min)	充电 CB	析锂情况
实施例 1	1338	22	1.07	无析锂
实施例 2	1175	27	1.07	无析锂
实施例 3	1137	27	1.07	无析锂
实施例 4	1267	23	1.07	无析锂
实施例 5	1076	23	1.07	无析锂
实施例 6	1189	25	1.07	无析锂
实施例 7	1231	22	1.07	无析锂
实施例 8	1046	23	1.07	无析锂
实施例 9	1029	25	1.07	无析锂
实施例 10	1274	21	1.07	无析锂
实施例 11	1058	26	1.07	无析锂
实施例 12	1039	24	1.07	无析锂
实施例 13	1312	23	1.07	无析锂
实施例 14	1057	22	1.07	无析锂
实施例 15	1132	25	1.07	无析锂
实施例 16	1224	23	1.07	无析锂
实施例 17	1038	21	1.07	无析锂
实施例 18	1069	24	1.07	无析锂
实施例 19	846	24	1.07	无析锂
实施例 20	912	27	1.07	无析锂
实施例 21	801	28	1.07	无析锂
实施例 22	835	27	1.07	无析锂
实施例 23	783	27	1.07	无析锂
实施例 24	873	24	1.07	无析锂
实施例 25	821	26	1.07	无析锂
实施例 26	853	27	1.07	无析锂
实施例 27	777	21	1.07	无析锂
实施例 28	791	25	1.07	无析锂
实施例 29	1043	23	1.07	无析锂

实施例 30	982	25	1.07	无析锂
实施例 31	1012	26	1.07	无析锂
实施例 32	980	25	1.07	无析锂
实施例 33	1173	23	1.07	无析锂
实施例 34	1256	21	1.07	无析锂
实施例 35	995	20	1	无析锂
实施例 36	1054	25	1.1	无析锂
实施例 37	1064	20	1.07	无析锂
实施例 38	1037	25	1.07	无析锂
实施例 39	1159	25	1.07	无析锂
实施例 40	1208	24	1.07	无析锂
实施例 41	1165	26	1.07	无析锂
对比例 1	614	29	1.07	无析锂
对比例 2	638	31	1.07	无析锂

根据上述结果可知：

与对比例 1-2 相比，本申请实施例正极活性材料所制电池的快充性能更好，循环寿命更长；

与实施例 20-23、26 相比，本申请实施例 1、4-11、13-18、31-38 的正极材料所制电池的快充性能进一步提高，循环寿命进一步延长；

与实施例 2-3 相比，本申请实施例 1、4-11、13-18、31-38 的正极材料所制电池的快充性能进一步提升；

与实施例 12、19、24-25、27-28 相比，本申请实施例 1、4-11、13-18、31-38 的正极材料所制电池的循环寿命进一步延长。

需要说明的是，本申请不限于上述实施方式。上述实施方式仅为示例，在本申请的技术方案范围内具有与技术思想实质相同的构成、发挥相同作用效果的实施方式均包含在本申请的技术范围内。此外，在不脱离本申请主旨的范围内，对实施方式施加本领域技术人员能够想到的各种变形、将实施方式中的一部分构成要素加以组合而构筑的其它方式也包含在本申请的范围。

## 权 利 要 求

1. 一种电池，包括正极极片，所述正极极片包含第一正极活性材料和第二正极活性材料；其中，

所述第一正极活性材料包括化合物  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M1}_d\text{M2}_e\text{O}_f\text{E}_g$ ；其中，所述 M1 包括 Mn 和 Al 的一种或两种元素；

所述 M2 包括 Zr、Zn、Cu、Cr、Mg、Fe、V、Ti、Sr、Sb、Y、W 和 Nb 中的一种或多种元素；

所述 E 包括 N、F、S 和 Cl 中的一种或多种元素；

$0.75 \leq a \leq 1.2$ ； $0 < b < 1$ ； $0 < c < 1$ ； $0 < d < 1$ ； $0 \leq e \leq 0.2$ ； $1 \leq f \leq 2.5$ ， $0 \leq g \leq 1$ ，且  $f+g \leq 3$ ；

所述第二正极活性材料包括化合物  $\text{Li}_x\text{H}_y\text{Mn}_{1-z}\text{Q}_z\text{P}_{1-m}\text{G}_m\text{O}_{4-n}\text{D}_n$ ，其中，

所述 H 包括选自 Zn、Al、Na、K、Mg、Nb、Mo 和 W 中的一种或多种元素；

所述 Q 包括选自 Zn、Al、Na、K、Mg、Mo、W、Ti、V、Zr、Fe、Ni、Co、Ga、Sn、Sb、Nb 和 Ge 中的一种或多种元素；

所述 G 包括选自 B、Si、N、S、F、Cl 和 Br 中的一种或多种元素；

所述 D 包括选自 S、F、Cl 和 Br 中的一种或多种元素；

所述 x 为 0.9 至 1.1；所述 y 为 0 至 0.1；所述 z 为 0.001 至 0.9；所述 m 为 0 至 0.1；所述 n 为 0 至 0.1；

并且，所述电池满足：

$$0.1 < \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.75$$

其中，

A 表示所述第二正极活性材料在两种正极活性材料中的质量百分比；

B 表示采用单颗粒微电极法测定的所述第二正极活性材料的小于 3.7V 充电容量在整个充电容量中的占比；

C表示所述电池的小于3.7V充电容量在整个充电容量中的占比；  
R表示所述正极极片在25℃下的电阻，单位为Ω。

2. 根据权利要求1所述的电池，其中，

$$0.25 \leq \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.6;$$

可选地， $0.3 \leq \frac{A \times B}{C} \times R \leq 0.55$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的电池，其中，

所述A为0.1至0.5，可选为0.1至0.3，更可选为0.2至0.3；和/或，

所述B为0.4至0.6，可选为0.5至0.6；和/或，

所述C为0.05至0.23，可选为0.09至0.16；和/或，

$0 < R < 1$ ，可选为0.1至0.6，更可选为0.2至0.4。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的电池，其中，所述第二正极活性材料中，所述Q包括Fe、Ti、V、Ni、Co和Mg中的一种或多种元素；和/或，

所述G包括B、Si、N和S中的一种或多种元素；和/或，

所述x为0.977至1；和/或，

所述y为0至0.001；和/或，

所述z为0.1至0.9或者0.001至0.6，可选为0.3至0.7；和/或，

所述m为0至0.001或者0.001至0.1；和/或，

所述n为0至0.001或者0.001至0.1。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的电池，其中，所述第一正极活性材料中，所述a为0.9至1.1；和/或，

所述d为0.003至0.4；和/或，

所述b为30%至99.5%，可选为50%至99%，更可选为55%至88%；和/或，

所述c为0.2%至52%，可选为0.5%至49.5%，更可选为5%至

35%。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的电池，其中，所述第一正极材料为单晶或类单晶材料，并且满足：

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 1.5 至 4.5  $\mu\text{m}$ ，可选为 2 至 4.1  $\mu\text{m}$ ；和/或，

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v99}$  粒径  $\leq 18 \mu\text{m}$ ，可选为 6.4 至 17.5  $\mu\text{m}$ ，更可选为 6.5 至 13.5  $\mu\text{m}$ ；和/或，

所述第一正极活性材料的 BET 比表面积为 0.42 至 1.2  $\text{m}^2/\text{g}$ ，可选为 0.5 至 1  $\text{m}^2/\text{g}$ 。

7. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的电池，其中，所述第一正极活性材料为多晶材料，并且满足：

二次颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 6 至 14  $\mu\text{m}$ ，可选为 7 至 13  $\mu\text{m}$ ；和/或，

二次颗粒的  $D_{v99}$  粒径  $< 30 \mu\text{m}$ ，可选为 14.2 至 28.8  $\mu\text{m}$ ，更可选为 15.4 至 26.7  $\mu\text{m}$ ；和/或，

一次颗粒的粒径为 50 至 800 nm，可选为 50 至 600 nm；和/或，

所述第一正极活性材料的 BET 比表面积为 0.8 至 1.2  $\text{m}^2/\text{g}$ ，可选为 0.8 至 1.1  $\text{m}^2/\text{g}$ 。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的电池，其中，所述第二正极活性材料为单晶或类单晶材料，并且满足：

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v50}$  粒径为 0.2 至 1.6  $\mu\text{m}$ ，可选为 0.25 至 1.49  $\mu\text{m}$ ；和/或，

单晶颗粒或类单晶颗粒的  $D_{v99}$  粒径为 5.2 至 33.8  $\mu\text{m}$ ，可选为 6.1 至 25.7  $\mu\text{m}$ ；和/或，

所述第二正极活性材料的 BET 比表面积为 11.3 至 14.1  $\text{m}^2/\text{g}$ ，可选为 12 至 13.7  $\text{m}^2/\text{g}$ 。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的电池，其中，所述第一

正极活性材料为层状结构；和/或，所述第二正极活性材料为橄榄石结构。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的电池，其中，

所述第一正极活性材料包括内核和包覆所述内核的包覆层，所述内核为化合物  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M1}_d\text{M2}_e\text{O}_f\text{E}_g$ ；和/或，

所述第二正极活性材料包括内核和包覆所述内核的包覆层，所述内核为化合物  $\text{Li}_x\text{H}_y\text{Mn}_{1-z}\text{Q}_z\text{P}_{1-m}\text{G}_m\text{O}_{4-n}\text{D}_n$ ；

可选地，所述第一正极活性材料和第二正极活性材料中的包覆层独立地包括焦磷酸盐、磷酸盐和碳中的一种或多种。

11. 根据权利要求 10 所述的电池，其中，所述包覆层在所述第二正极活性材料中的质量占比为 0.5%至 2.2%，可选为 1%至 1.9%，更可选为 1.2%至 1.5%；

可选地，所述第二正极活性材料中的包覆层为碳。

12. 一种用电装置，包括权利要求 1 至 11 中任一项所述的电池。

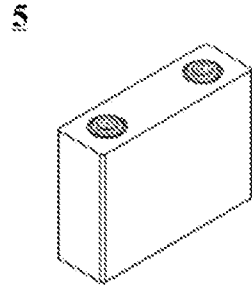


图 1

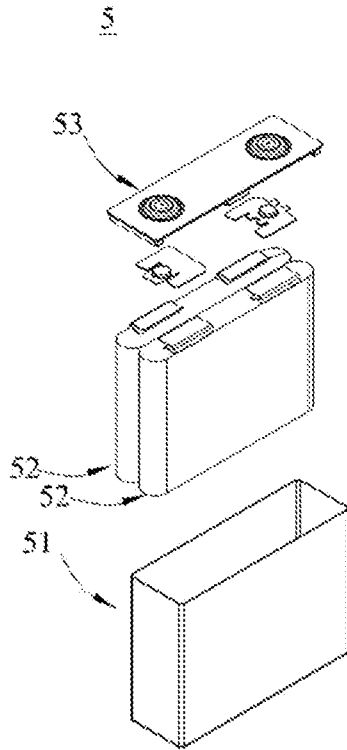


图 2

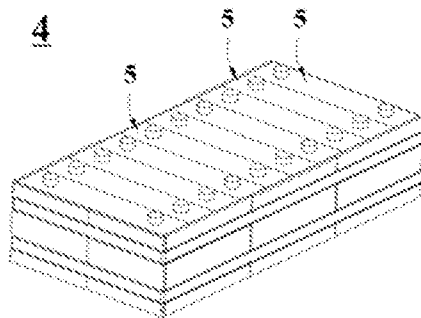


图 3

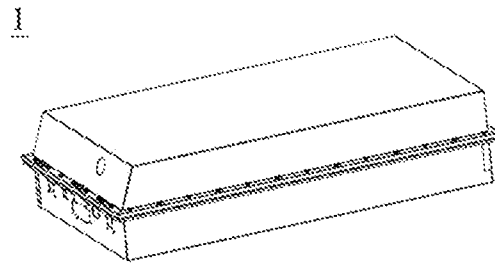


图 4

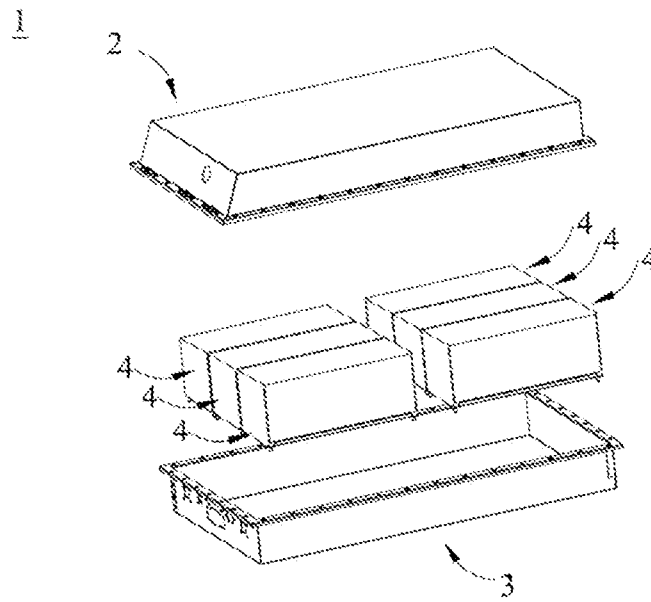


图 5

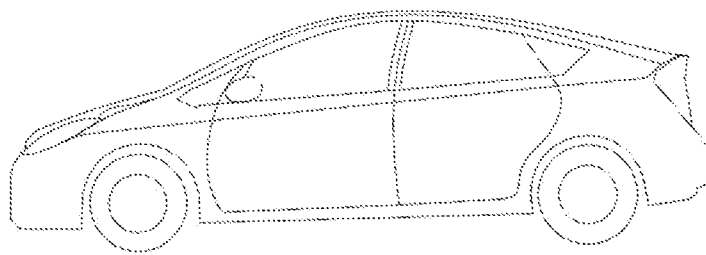


图 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/070831

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H01M 4/485(2010.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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)		
CNTXT, VCN, DWPI, VEN: 电池, 正极, 阴极, 活性物质, 锂镍钴锰, 磷酸锰锂铁, 磷位, 氧位, D50, 粒径, BET, 比表面积, battery, positive, electrode, cathode, Ni, Co, Mn, Fe, Li, phosphorus, site, oxygen, particle, size		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116759568 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 September 2023 (2023-09-15) claims 1-12	1-12
X	CN 114730910 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 July 2022 (2022-07-08) embodiment table 1, and description, paragraphs [0098]-[0114]	1-12
Y	CN 103811727 A (SHANGHAI AEROSPACE POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 May 2014 (2014-05-21) description, paragraphs [0003] and [0009]-[0027]	1-12
Y	CN 105118985 A (PULEAD TECHNOLOGY INDUSTRY CO., LTD.) 02 December 2015 (2015-12-02) description, paragraphs [0008]-[0062]	1-12
A	CN 104577115 A (QINGHAI CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 29 April 2015 (2015-04-29) description, paragraphs [0005]-[0074]	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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		Date of mailing of the international search report
14 March 2024		25 March 2024
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		
		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2024/070831**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102427123 A (DONGGUAN AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED et al.) 25 April 2012 (2012-04-25) description, paragraphs [0005]-[0047]	1-12
A	US 2022093921 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 March 2022 (2022-03-24) entire document	1-12

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2024/070831**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116759568	A	15 September 2023	None			
CN	114730910	A	08 July 2022	WO	2022032624	A1	17 February 2022
				EP	4120408	A1	18 January 2023
				EP	4120408	A4	07 June 2023
				US	2023075325	A1	09 March 2023
				US	11804590	B2	31 October 2023
CN	103811727	A	21 May 2014	None			
CN	105118985	A	02 December 2015	None			
CN	104577115	A	29 April 2015	JP	2016127002	A	11 July 2016
				JP	6157563	B2	05 July 2017
				US	2016190584	A1	30 June 2016
CN	102427123	A	25 April 2012	None			
US	2022093921	A1	24 March 2022	PT	3951977	T	07 June 2023
				ES	2946079	T3	12 July 2023
				EP	3951977	A1	09 February 2022
				EP	3951977	A4	03 August 2022
				EP	3951977	B1	03 May 2023
				WO	2021088718	A1	14 May 2021

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01M 4/485(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>CNTEXT,VCN,DWPI,VEN: 电池, 正极, 阴极, 活性物质, 锂镍钴锰, 磷酸锰锂铁, 磷位, 氧位, D50, 粒径, BET, 比表面积, battery, positive, electrode, cathode, Ni, Co, Mn, Fe, Li, phosphorus, site, oxygen, particle, size</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 116759568 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2023年9月15日 (2023 - 09 - 15) 权利要求1-12</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 114730910 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2022年7月8日 (2022 - 07 - 08) 实施列表1, 说明书第[0098]-[0114]段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103811727 A (上海航天电源技术有限责任公司) 2014年5月21日 (2014 - 05 - 21) 说明书第[0003], [0009]-[0027]段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 105118985 A (北大先行科技产业有限公司) 2015年12月2日 (2015 - 12 - 02) 说明书第[0008]-[0062]段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104577115 A (青海时代新能源科技有限公司) 2015年4月29日 (2015 - 04 - 29) 说明书第[0005]-[0074]段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102427123 A (东莞新能源科技有限公司等) 2012年4月25日 (2012 - 04 - 25) 说明书第[0005]-[0047]段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2022093921 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2022年3月24日 (2022 - 03 - 24) 全文</td> <td>1-12</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          "&amp;" 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 116759568 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2023年9月15日 (2023 - 09 - 15) 权利要求1-12	1-12	X	CN 114730910 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2022年7月8日 (2022 - 07 - 08) 实施列表1, 说明书第[0098]-[0114]段	1-12	Y	CN 103811727 A (上海航天电源技术有限责任公司) 2014年5月21日 (2014 - 05 - 21) 说明书第[0003], [0009]-[0027]段	1-12	Y	CN 105118985 A (北大先行科技产业有限公司) 2015年12月2日 (2015 - 12 - 02) 说明书第[0008]-[0062]段	1-12	A	CN 104577115 A (青海时代新能源科技有限公司) 2015年4月29日 (2015 - 04 - 29) 说明书第[0005]-[0074]段	1-12	A	CN 102427123 A (东莞新能源科技有限公司等) 2012年4月25日 (2012 - 04 - 25) 说明书第[0005]-[0047]段	1-12	A	US 2022093921 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2022年3月24日 (2022 - 03 - 24) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 116759568 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2023年9月15日 (2023 - 09 - 15) 权利要求1-12	1-12																								
X	CN 114730910 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2022年7月8日 (2022 - 07 - 08) 实施列表1, 说明书第[0098]-[0114]段	1-12																								
Y	CN 103811727 A (上海航天电源技术有限责任公司) 2014年5月21日 (2014 - 05 - 21) 说明书第[0003], [0009]-[0027]段	1-12																								
Y	CN 105118985 A (北大先行科技产业有限公司) 2015年12月2日 (2015 - 12 - 02) 说明书第[0008]-[0062]段	1-12																								
A	CN 104577115 A (青海时代新能源科技有限公司) 2015年4月29日 (2015 - 04 - 29) 说明书第[0005]-[0074]段	1-12																								
A	CN 102427123 A (东莞新能源科技有限公司等) 2012年4月25日 (2012 - 04 - 25) 说明书第[0005]-[0047]段	1-12																								
A	US 2022093921 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2022年3月24日 (2022 - 03 - 24) 全文	1-12																								
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																									
2024年3月14日	2024年3月25日																									
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																									
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	杜亚梅																									
	电话号码 (+86) 010-53962223																									

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2024/070831

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	116759568	A	2023年9月15日	无			
CN	114730910	A	2022年7月8日	WO	2022032624	A1	2022年2月17日
				EP	4120408	A1	2023年1月18日
				EP	4120408	A4	2023年6月7日
				US	2023075325	A1	2023年3月9日
				US	11804590	B2	2023年10月31日
CN	103811727	A	2014年5月21日	无			
CN	105118985	A	2015年12月2日	无			
CN	104577115	A	2015年4月29日	JP	2016127002	A	2016年7月11日
				JP	6157563	B2	2017年7月5日
				US	2016190584	A1	2016年6月30日
CN	102427123	A	2012年4月25日	无			
US	2022093921	A1	2022年3月24日	PT	3951977	T	2023年6月7日
				ES	2946079	T3	2023年7月12日
				EP	3951977	A1	2022年2月9日
				EP	3951977	A4	2022年8月3日
				EP	3951977	B1	2023年5月3日
				WO	2021088718	A1	2021年5月14日