

(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10月10日 (10.10.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/207433 A1

(51) 国际专利分类号:

H01M 4/505 (2010.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2023/086923

(22) 国际申请日:

2023年4月7日 (07.04.2023)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(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: 桓书星 (HUAN, Shuxing); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。沈重亨 (SHEN, Chongheng); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。陈强 (CHEN, Qiang); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。吴昌栩 (WU, Changxu); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。柳娜 (LIU, Na); 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: 北京华进京联知识产权代理有限公司 (ACIP LAW OFFICES); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1403, Beijing 100191 (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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: SECONDARY BATTERY AND ELECTRICAL DEVICE

(54) 发明名称: 二次电池和用电装置

(57) Abstract: Provided in the present application is a secondary battery, comprising a positive electrode plate. The positive electrode plate is provided with a positive electrode active material. The positive electrode active material comprises an agglomerated positive electrode material and a monocrystalline-like positive electrode material. The agglomerated positive electrode material has a volume average particle size $Dv50$ of 8 μm -15 μm . The agglomerated positive electrode material has a primary particle size of 0.1 μm -0.6 μm . The monocrystalline-like positive electrode material has a volume average particle size $Dv50$ of 2.5 μm -4 μm . The monocrystalline-like positive electrode material has a primary particle size of 0.8 μm -2 μm . The mass ratio of the agglomerated positive electrode material to the monocrystalline-like positive electrode material is greater than or equal to 1. The present application also relates to a corresponding electrical device. The described secondary battery has a high energy density and an excellent cycle life.

(57) 摘要: 本申请提供了一种二次电池, 包括正极极片, 正极极片上具有正极活性材料, 正极活性材料包括团聚体型正极材料和类单晶型正极材料; 团聚体型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $8\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$, 团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.1\mu\text{m} \sim 0.6\mu\text{m}$; 类单晶型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $2.5\mu\text{m} \sim 4\mu\text{m}$, 类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.8\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$; 团聚体型正极材料和类单晶型正极材料的质量比大于或等于1; 并涉及相应的用电装置。该二次电池具有较高的能量密度和较好的循环寿命。



WO 2024/207433 A1

二次电池和用电装置

技术领域

本申请涉及二次电池技术领域，特别是涉及一种二次电池和用电装置。

5

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、电动摩托车和电动汽车等多个领域。

10 由于二次电池取得了极大的发展，因此对其电池性能也提出了更高的要求。高能量密度、长循环寿命的二次电池对于正极极片具有很高的要求。例如，高能量密度、长循环寿命的二次电池的正极极片应该具有较高的压实密度，同时应该具有较长的使用寿命。

因此，寻求一种能量密度较高、循环寿命较好的二次电池是本领域技术人员关注的方向之一。

15

发明内容

本申请是鉴于上述课题而进行的，其目的之一在于，提供一种二次电池，其具有较高的能量密度和较好的循环寿命。

20 为了达到上述目的，本申请的第一方面提供了一种二次电池，包括正极极片，所述正极极片上具有正极活性材料，所述正极活性材料包括团聚体型正极材料和类单晶型正极材料；

所述团聚体型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $8\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ ，所述团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 0.6\ \mu\text{m}$ ；

25 所述类单晶型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ ，所述类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.8\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$ ；

所述团聚体型正极材料和所述类单晶型正极材料的质量比大于或等于 1。

本申请通过采用 $Dv50$ 为 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ 、一次颗粒粒径为 $0.8\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$

的类单晶型正极材料，与 Dv50 为 $8\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ 、一次颗粒粒径为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 0.6\ \mu\text{m}$ 的团聚体型正极材料按照质量比大于或等于 1 进行级配，在保证正极极片高压密的同时，可使正极极片获得较好的寿命和容量，使得采用该正极极片的二次电池具有较高的能量密度和较长的循环寿命。

5 在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料和所述类单晶型正极材料的质量比为 1~9:1。

在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料和所述类单晶型正极材料的质量比为 2.3~3:1。如此，可以进一步提高二次电池的能量密度和循环寿命。

10 在任意的实施方式中，所述类单晶型正极材料的体积平均粒径 Dv50 为 $3\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$ ，和/或所述类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $1.2\ \mu\text{m}\sim 1.5\ \mu\text{m}$ 。如此，可以进一步提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.2\ \mu\text{m}\sim 0.4\ \mu\text{m}$ 。如此，可以进一步提高二次电池的能量密度。

15 在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x1}\text{Ni}_{y1}\text{Co}_{z1}\text{M}_{1-y1-z1}\text{O}_2$ ，其中 $0.9\leq x1\leq 1$ ， $0.9\leq y1\leq 0.98$ ， $0.05\leq z1\leq 0.1$ ，M 包括 Mn、Al、B、Zr、Sr、Y、Sb、W、Ti、Mg 和 Nb 中的一种或多种。如此，可以进一步提高正极极片的容量，进而提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中， $0.9\leq y1\leq 0.96$ 。如此，在保证正极极片具有较高容量的情况下，适当降低团聚体型正极材料的镍含量。

在任意的实施方式中，所述类单晶型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x2}\text{Ni}_{y2}\text{Co}_{z2}\text{M}'_{1-y2-z2}\text{O}_2$ ，其中 $0.9\leq x2\leq 1$ ， $0.9\leq y2\leq 0.98$ ， $0.05\leq z2\leq 0.1$ ，M' 包括 Mn、Al、B、Zr、Sr、Y、Sb、W、Ti、Mg 和 Nb 中的一种或多种。如此，可以进一步提高正极极片的容量，提高二次电池的能量密度。

25 在任意的实施方式中， $0.92\leq y2\leq 0.98$ 。如此，可以进一步提升正极极片的容量，进而提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中， $y2>y1$ 。如此，可以在正极活性材料的整体镍含量相对不是非常高的情况下，更好地提高正极极片的容量，进而提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ $D_{v50} \leq 1.5$ 。如此，可以为正极极片提供充分的填充空间和克容量发挥，提高正极极片的容量，进而提高二次电池的能量密度。

5 在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ D_{v50} 为 0.7~1.4。如此，可以更好地为正极极片提供充分的填充空间，更好地提高正极极片的容量，进而提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.2 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 。如此，可以防止团聚体型正极材料过多的活性表面与电解液接触，避免团聚体型正极材料过多的被电解液腐蚀，从而可以提高正极极片的寿命，提高二次电池的循环寿命。

在任意的实施方式中，所述团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.3 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 。如此，可以更好地提高正极极片的寿命，进而提高二次电池的循环寿命。

15 在任意的实施方式中，所述类单晶型正极材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ $D_{v50} \geq 1.2$ 。如此，可以提高正极极片的抗压性能，进而提高正极极片的寿命，提高二次电池的循环寿命。

在任意的实施方式中，所述类单晶型正极材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ D_{v50} 为 1.3~1.5。如此，可以更好地提高正极极片的抗压性能，更好地提高正极极片的寿命，提高二次电池的循环寿命。

20 在任意的实施方式中，所述类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.8 \text{ m}^2/\text{g} \sim 1.3 \text{ m}^2/\text{g}$ 。如此，可以实现分散性较高的形貌，有利于提高正极极片的空间利用率。

在任意的实施方式中，所述类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.85 \text{ m}^2/\text{g} \sim 1.15 \text{ m}^2/\text{g}$ 。如此，可以进一步提高正极极片的空间利用率。

25 在任意的实施方式中，所述正极活性材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ D_{v50} 为 1.5~2.1。如此，可以使正极极片在较高的膜片载量下获得较高的压实密度和加工性能。

在任意的实施方式中，所述正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.5 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.7 \text{ m}^2/\text{g}$ 。如此，同样可以使正极极片在较高的膜片载量下获得较高的

压实密度和加工性能，提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中，所述正极极片中所述正极活性材料占正极膜层的质量百分比为 95%~99.5%。如此，可以保证正极活性材料在二次电池中的克容量发挥，提高正极极片的容量，提高二次电池的能量密度。

5 在任意的实施方式中，所述正极极片中所述正极活性材料的涂布面密度为 $21.5 \text{ mg/cm}^2 \sim 32.5 \text{ mg/cm}^2$ 。如此，采用正极厚涂布并且结合高的压实密度，可以进一步提高正极极片的容量，提高二次电池的能量密度。

本申请的第二方面提供了一种用电装置，该用电装置包括本申请第一方面的二次电池。

10 本申请的二次电池的正极极片通过采用 $Dv50$ 为 $2.5 \mu\text{m} \sim 4 \mu\text{m}$ 、一次颗粒粒径为 $0.8 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ 的类单晶型正极材料，与 $Dv50$ 为 $8 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$ 、一次颗粒粒径为 $0.1 \mu\text{m} \sim 0.6 \mu\text{m}$ 的团聚体型正极材料按照质量比大于或等于 1 进行级配，在保证正极极片高压密的同时，可使正极极片获得较好的寿命和容量，进而使二次电池具有较高的能量密度和较长的循环寿命。

15

附图说明

为了更好地描述和说明本申请的实施例和/或示例，可以参考一幅或多幅附图。用于描述附图的附加细节或示例不应当被认为是对所公开的申请、目前描述的实施例和/或示例以及目前理解的这些申请的最佳模式中的任何一者的范围的限制。

20

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二次电池用作电源的用电装置的示意图。

附图标记说明：

25 5、二次电池；51、壳体；52、电极组件；53、盖板；6、用电装置。

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正极极片及其制备方法、二次电池和用电装置的实施方式。但是会有省略不必要的详细说明

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。

5 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
10 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”
15 只是这些数值组合的缩略表示。另外，当表述某个参数为 ≥ 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
20 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，所述方法包括步骤(a)和(b)，表示所述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，所述提到所述方法还可包括步骤(c)，表示步骤(c)可以任意顺序加入到所述
25 方法，例如，所述方法可以包括步骤(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，所述“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)。

5 本申请说明书中所述的重量可以是 μg 、 mg 、 g 、 kg 等化工领域公知的重量单位。

目前,随着二次电池的应用范围越来越广泛,对二次电池的性能也提出了更高的要求。其中,能量密度和循环寿命是二次电池的两个非常重要的性能指标。传统的二次电池的能量密度和循环寿命有待提高。因此,如何提供
10 一种能量密度较高且循环寿命较好的二次电池成为本领域的重要研究方向之一。对此,本申请提供了一种二次电池,其主要通过对正极极片中的正极活性材料的选择和配比,可使正极极片具有较高的压实密度和使用寿命,同时具有较高的容量,从而使得二次电池具有较高的能量密度和较长的循环寿命。

15 本申请的一个方面,提供了一种二次电池,包括正极极片,正极极片上具有正极活性材料,正极活性材料包括团聚体型正极材料和类单晶型正极材料;其中,团聚体型正极材料的体积平均粒径 D_{v50} 为 $8\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$,团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 0.6\ \mu\text{m}$;类单晶型正极材料的体积平均粒径 D_{v50} 为 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$,类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 0.8
20 $\mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$;团聚体型正极材料和类单晶型正极材料的质量比大于或等于 1。

为了使二次电池能够达到 $360\ \text{Wh/kg}\sim 500\ \text{Wh/kg}$ 的高能量密度,二次电池在设计上需要采用正极高镍活性材料,且需要采用较高的涂布面密度,相应地负极采用石墨+高含量硅基材料作为负极活性材料。然而,由于正极极片的厚涂布设计会导致二次电池面临以下两个问题:一方面,目前所用的
25 正极材料在涂布面密度(CW)较大时,正极极片的压实密度受到限制,一般 $< 3.3\ \text{g/cm}^3$,而正极极片的压密小会降低电池的能量密度;另一方面,正极活性材料采用多晶材料时比表面积大,副反应增加,导致高能量密度锂离子电池的循环性能下降。

本申请上述的二次电池,其正极极片中的正极活性材料包括团聚体型

正极材料和类单晶型正极材料；其中，将团聚体型正极材料的体积平均粒径 Dv50 控制在 $8\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 0.6\ \mu\text{m}$ ；将类单晶型正极材料的体积平均粒径 Dv50 控制在 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.8\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$ ；并且将团聚体型正极材料和类单晶型正极材料的质量比控制在大于或等于 1。

如此，通过采用特定体积平均粒径 Dv50 和特定一次颗粒粒径的团聚体型正极材料和特定体积平均粒径 Dv50 和特定一次颗粒粒径的类单晶型正极材料，按照特定质量比混合；其中团聚体型正极材料的粒径较大，起到骨架作用，且可提高极片容量；类单晶型正极材料的粒径较小，可以填充团聚体型正极材料颗粒之间的缝隙，提升正极极片的压实密度，且类单晶型正极材料的寿命更长，可以延长极片的使用寿命。

将上述的两种不同类型和粒径的正极材料活性物质进行组合，能够充分地提高颗粒间的孔隙与体积利用率，提高正极极片的抗压能力。Dv50 为 $8\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ 的团聚体型正极材料可以作为正极极片的框架，粒径过大容易出现颗粒边缘的裂纹同时限制克容量的发挥，粒径过小则没有骨架的作用。Dv50 为 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ 的类单晶型正极材料作为团聚体型正极材料的次级填充物，可提高空间利用率，因为其较高的分散性和抗压性，可以充分填充在团聚体型正极材料颗粒之间的孔隙内。

由于高镍类单晶型正极材料的克容量发挥较团聚体型正极材料低，而团聚体型正极材料本身不耐压，因此将两者的质量比控制在大于或等于 1 可以最大化地兼容克容量与压实密度，并且这样的密实堆积不容易产生高压下的颗粒位移/滑移，从而避免极片产生较大的延展而使脆性提高。

另外，类单晶型正极材料的 Dv50 为 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ ，其一次颗粒粒径为 $0.8\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$ ，在实现正极高压密的同时保证了正极容量和寿命。当类单晶型正极材料的 Dv50 过大时极片的压实密度会下降；当类单晶型正极材料的一次颗粒粒径小于 $0.8\ \mu\text{m}$ 时，组成类单晶型正极材料所需的一次颗粒数量过多，其形貌方面会更加接近团聚体，类单晶型正极材料的活性比表面暴露过多，容易受到电解液的腐蚀，导致正极极片的寿命下降，同时抗压性也下降；当类单晶型正极材料的一次颗粒粒径大于 $2\ \mu\text{m}$ 时，组成类单晶型正极

材料所需的一次颗粒数量过少，可能只需要 2~3 颗一次颗粒就能组成类单晶型正极材料，类单晶型正极材料的活性比表面积暴露太少，锂离子传输路径有限，动力学性能变差，影响正极极片的容量和寿命。

本申请通过采用 $Dv50$ 为 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ 、一次颗粒粒径为 $0.8\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$ 5 的类单晶型正极材料，与 $Dv50$ 为 $8\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ 、一次颗粒粒径为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 0.6\ \mu\text{m}$ 的团聚体型正极材料按照质量比 1~9:1 进行级配，在保证正极极片高压密的同时，使正极极片获得较好的寿命和容量，从而可以提高二次电池的能量密度和循环寿命。本申请的二次电池中正极材料的克容量范围可以达到 $215\ \text{mAh/g}\sim 230\ \text{mAh/g}$ ， $0.33\ \text{C}$ 。

需要说明的是，类单晶型正极材料是由数个一次颗粒堆积在一起形成的不规则结构；团聚体型正极材料是由数量更多的，且粒径更小的一次颗粒球形颗粒形成的规则小圆球。可以理解，类单晶型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 可以为但不限于 $2.5\ \mu\text{m}$ 、 $2.6\ \mu\text{m}$ 、 $2.7\ \mu\text{m}$ 、 $2.8\ \mu\text{m}$ 、 $2.9\ \mu\text{m}$ 、 $3.0\ \mu\text{m}$ 、 $3.1\ \mu\text{m}$ 、 $3.2\ \mu\text{m}$ 、 $3.3\ \mu\text{m}$ 、 $3.4\ \mu\text{m}$ 、 $3.5\ \mu\text{m}$ 、 $3.6\ \mu\text{m}$ 、 $3.7\ \mu\text{m}$ 、 $3.8\ \mu\text{m}$ 、 $3.9\ \mu\text{m}$ 、
15 $4\ \mu\text{m}$ 。类单晶型正极材料的一次颗粒粒径可以为但不限于 $0.8\ \mu\text{m}$ 、 $0.9\ \mu\text{m}$ 、 $1.0\ \mu\text{m}$ 、 $1.1\ \mu\text{m}$ 、 $1.2\ \mu\text{m}$ 、 $1.3\ \mu\text{m}$ 、 $1.4\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $1.6\ \mu\text{m}$ 、 $1.7\ \mu\text{m}$ 、 $1.8\ \mu\text{m}$ 、 $1.9\ \mu\text{m}$ 、 $2\ \mu\text{m}$ 。团聚体型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 可以为但不限于 $8\ \mu\text{m}$ 、 $8.5\ \mu\text{m}$ 、 $9\ \mu\text{m}$ 、 $9.5\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m}$ 、 $10.5\ \mu\text{m}$ 、 $11\ \mu\text{m}$ 、 $11.5\ \mu\text{m}$ 、 $12\ \mu\text{m}$ 、 $12.5\ \mu\text{m}$ 、 $13\ \mu\text{m}$ 、 $13.5\ \mu\text{m}$ 、 $14\ \mu\text{m}$ 、 $14.5\ \mu\text{m}$ 、 $15\ \mu\text{m}$ 。团聚体型正极材料的一次颗粒粒径可以为但不限于 $0.1\ \mu\text{m}$ 、 $0.2\ \mu\text{m}$ 、 $0.3\ \mu\text{m}$ 、 $0.4\ \mu\text{m}$ 、 $0.5\ \mu\text{m}$ 、
20 $0.6\ \mu\text{m}$ 。团聚体型正极材料和类单晶型正极材料的质量比可以为但不限于 1:1、2:1、3:1、4:1、5:1、6:1、7:1、8:1、9:1。

在一些实施方式中，团聚体型正极材料和类单晶型正极材料的质量比为 1~9:1。如此，可以进一步提高二次电池的能量密度和循环寿命。

25 在一些实施方式中，团聚体型正极材料和类单晶型正极材料的质量比为 2.3~3:1。采用这样的颗粒质量比级配，可以进一步提高二次电池的能量密度和循环寿命。

在一些实施方式中，类单晶型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $3\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $1.2\ \mu\text{m}\sim 1.5\ \mu\text{m}$ 。如此，

更加有利于提高采用该正极极片的二次电池的能量密度。

在一些实施方式中，团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.2\ \mu\text{m}\sim 0.4\ \mu\text{m}$ 。如此，更加有利于提高二次电池的能量密度和循环寿命。

在一些实施方式中，团聚体型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x_1}\text{Ni}_{y_1}\text{Co}_{z_1}\text{M}_{1-y_1-z_1}\text{O}_2$ ，其中 $0.9\leq x_1\leq 1$ ， $0.9\leq y_1\leq 0.98$ ， $0.05\leq z_1\leq 0.1$ ，M 包括 Mn、Al、B、Zr、Sr、Y、Sb、W、Ti、Mg 和 Nb 中的一种或多种。如此，团聚体型正极材料采用高镍活性材料，可以提高正极极片的容量，进而提高二次电池的能量密度。

可以理解，团聚体型正极材料的化学式中 x_1 可以为但不限于 0.9、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1；团聚体型正极材料的化学式中 y_1 可以为但不限于 0.9、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98；团聚体型正极材料的化学式中 z_1 可以为但不限于 0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.1。

在一些实施方式中，团聚体型正极材料的化学式中 $0.9\leq y_1\leq 0.96$ 。由于团聚体型正极材料的一次颗粒粒径相对较小，团聚体内部晶界较多，更加有利于锂离子的传输，因此在镍含量不是非常高的情况下也可以获得高容量。

在一些实施方式中，类单晶型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x_2}\text{Ni}_{y_2}\text{Co}_{z_2}\text{M}'_{1-y_2-z_2}\text{O}_2$ ，其中 $0.9\leq x_2\leq 1$ ， $0.9\leq y_2\leq 0.98$ ， $0.05\leq z_2\leq 0.1$ ，M' 包括 Mn、Al、B、Zr、Sr、Y、Sb、W、Ti、Mg 和 Nb 中的一种或多种。如此，类单晶型正极材料也采用高镍活性材料，可以进一步提高正极极片的容量，提高二次电池的能量密度。

可以理解，类单晶型正极材料的化学式中 x_2 可以为但不限于 0.9、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1；类单晶型正极材料的化学式中 y_2 可以为但不限于 0.9、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98；类单晶型正极材料的化学式中 z_2 可以为但不限于 0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.1。

在一些实施方式中， $0.92\leq y_2\leq 0.98$ 。因为类单晶型正极材料的一次颗粒粒径相对更大，且类单晶型正极材料二次球的粒径比团聚体型正极材料

二次球的粒径小，类单晶型正极材料内部没有锂离子快速传输的界面，因此将类单晶型正极材料的镍含量 y_2 设为 0.92~0.98，可以进一步提升正极极片的容量，提高二次电池的能量密度。

5 在一些实施方式中， $y_2 > y_1$ 。即类单晶型正极材料的镍含量大于团聚体型正极材料的镍含量。如此设置，可以在正极活性材料的整体镍含量相对不是非常高的情况下，更好地提高正极极片的容量，从而提高二次电池的能量密度。

需要说明的是，类单晶型正极材料的化学式中的 M 和团聚体型正极材料的化学式中的 M' 的元素种类不同，其在正极材料合成过程中所起到的作用也相应地有所不同。例如：当 M、M' 为高价元素 Sb、Nb 等时，可以起到
10 细化晶粒的作用，使正极材料的一次粒径更加细小，进一步提升正极材料的容量和功率性能；当 M、M' 为 Sr 时，其可作为助溶剂，使得正极材料烧结过程中不需要太高的温度也可以获得相应粒径的正极材料，减少岩盐相的生成，使得正极极片的容量和循环寿命都有一定提升。可以根据实际需要确定
15 正极材料化学式中 M、M' 的元素种类。

在一些实施方式中，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 $(D_{v90}-D_{v10})/D_{v50} \leq 1.5$ 。将团聚体型正极材料的粒径分布跨度 $(D_{v90}-D_{v10})/D_{v50}$ 控制在 ≤ 1.5 ，可以为正极极片提供充分的填充空间和克容量发挥。

可理解，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 $(D_{v90}-D_{v10})/D_{v50}$ 可以为
20 但不限于 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5。

在一些实施方式中，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 $(D_{v90}-D_{v10})/D_{v50}$ 为 0.7~1.4。如此，可以更好地为正极极片提供充分的填充空间，更好地提高正极极片的克容量，提高二次电池的能量密度。

25 在一些实施方式中，团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.2 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 。将团聚体型正极材料的 BET 比表面积控制在 $0.2 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 之间，可以防止团聚体型正极材料过多的活性表面与电解液接触，避免团聚体型正极材料过多的被电解液腐蚀，从而可以提高正极极片的寿命，提高二次电池的循环寿命。

可理解,团聚体型正极材料的 BET 比表面积可以为但不限于 $0.2 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.3 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.4 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.5 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.7 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 。

在一些实施方式中,团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.3 \text{ m}^2/\text{g}$ ~ $0.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 。如此,可以更好地提高正极极片的寿命,提高二次电池的循环寿命。

5 在一些实施方式中,类单晶型正极材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50 \geq 1.2$ 。将类单晶型正极材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50$ 控制为 ≥ 1.2 ,可以提高正极极片的抗压性能,进而提高正极极片的寿命,提高二次电池的循环寿命。可以理解,类单晶型正极材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50$ 可以为但不限于 1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、
10 2.0。

在一些实施方式中,类单晶型正极材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50$ 为 1.3~1.5。如此,可以更好地提高正极极片的抗压性能,更好地提高正极极片的寿命,提高二次电池的循环寿命。

在一些实施方式中,类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ ~ 1.3
15 m^2/g 。将类单晶型正极材料的 BET 比表面积控制在 $0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ ~ $1.3 \text{ m}^2/\text{g}$ 范围之内,可以实现分散性较高的形貌,有利于提高正极极片的空间利用率。可以理解,类单晶型正极材料的 BET 比表面积可以为但不限于 $0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.9 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.0 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.1 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.2 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.3 \text{ m}^2/\text{g}$ 。

在一些实施方式中,类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 0.85
20 m^2/g ~ $1.15 \text{ m}^2/\text{g}$ 。如此,可以进一步提高正极极片的空间利用率。

在一些实施方式中,正极活性材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50$ 为 1.5~2.1。如此,可以使正极极片在较高的膜片载量下获得较高的压实密度和加工性能,提高二次电池的能量密度。可以理解,混合后的正极活性材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50$ 可以为但不限于 1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、
25 2.0、2.1。

需要说明的是,正极材料的颗粒体积平均粒径 $Dv10$ 、 $Dv50$ 、 $Dv90$ 为本领域的公知概念。具体地, $Dv10$ 为粉体颗粒以体积为基准的粒度分布中,从小粒径侧起、达到体积累计 10%的粒径,单位通常为 μm 。 $Dv50$ 为粉体颗粒以体积为基准的粒度分布中,从小粒径侧起、达到体积累计 50%的粒

径。Dv90 为粉体颗粒以体积为基准的粒度分布中，从小粒径侧起、达到体
积累计 90%的粒径。

5 在一些实施方式中，正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.5 \text{ m}^2/\text{g}$ ~ $0.7 \text{ m}^2/\text{g}$ 。
如此，同样可以使正极极片在较高的膜片载量下获得较高的压实密度和加
工性能，提高二次电池的能量密度。可理解，混合后的正极活性材料的 BET
比表面积可以为但不限于 $0.5 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.55 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.65 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.7 \text{ m}^2/\text{g}$ 。
通过采用上述的混合后正极活性材料粒径分布跨度和 BET 比表面积，可以
使正极极片的冷压后延展率 $\leq 0.8\%$ 。

10 在一些实施方式中，正极极片中正极活性材料占正极膜层的质量百分
比为 95% ~ 99.5% 。将正极极片中正极活性材料占正极膜层的质量百分比控
制在 95% ~ 99.5% ，可以保证正极活性材料在二次电池中的克容量发挥，提
高二次电池的能量密度。可理解，正极极片中正极活性材料占正极膜层的质
量百分比可以为但不限于 95% 、 95.5% 、 96% 、 96.5% 、 97% 、 97.5% 、 98% 、
 98.5% 、 99% 、 99.5% 。

15 在一些实施方式中，正极极片中正极活性材料的涂布面密度为 21.5
 mg/cm^2 ~ $32.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 。本申请的正极极片，可以在较高的正极活性材料涂布
面密度下实现正极极片的高压实密度，其正极极片的压实密度可以达到 3.7
 g/cm^3 以上，且冷压后极片的延展率较小，在后期使用过程中正极极片不易
出现断裂等问题。可以理解，正极极片中正极活性材料的涂布面密度可以为
20 但不限于 $21.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $22 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $22.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $23 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $23.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、
 $24 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $24.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $25 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $25.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $26 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $26.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、
 $27 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $27.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $28 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $28.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $29 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $29.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、
 $30 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $30.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $31 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $31.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $32 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 、 $32.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 。

25 在一些实施方式中，正极极片包括正极集流体，正极集流体可采用金属
箔片或复合集流体。其中，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。

在一些实施方式中，二次电池中正极极片的制备方法，包括以下步骤：
将正极活性材料与导电剂、粘结剂和溶剂混合形成浆料；以及
将浆料涂覆在正极集流体上，干燥后压制，得到正极极片。

5 在一些实施方式中，浆料中正极活性材料、导电剂和粘结剂的质量比为 (90~96) : (2~5) : (2~5)，浆料的固含量为 70%~99.5%。如此，通过正极活性材料中团聚体型正极材料和类单晶型正极材料的大小颗粒级配，将正极活性材料、导电剂和粘结剂按照特定的质量比混合，并通过溶剂调节浆料至特定的固含量；通过正极活性材料的颗粒级配与特定的正极浆料配方相结合，可以保证正极活性材料性能得到充分发挥，且能够更好地提高正极极片的压实密度。

10 在一些实施方式中，将团聚体型正极材料和类单晶型正极材料按照质量比投入搅拌罐中，加入导电剂和粘结剂进行预混合，加入溶剂在抽真空环境下进行快速搅拌，形成正极浆料；将正极浆料均匀、双面涂覆在正极集流体铝箔上，将涂覆浆料后的极片在 100 °C~130 °C 下进行干燥，取出后进行冷压，得到正极极片。

15 在一些实施方式中，将锂源、高镍三元前驱体、添加剂按配比置于混料机中混合均匀并在氧气气氛中 550 °C~800 °C 温度下烧结 5 h~20 h，得到团聚体型正极材料；将锂源、高镍三元前驱体、添加剂按配比置于混料机中混合均匀并在氧气气氛中 600 °C~900 °C 温度下烧结 5 h~20 h，得到类单晶型正极材料。

在一些实施方式中，导电剂包括超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯和碳纳米纤维中的一种或多种。

20 在一些实施方式中，粘结剂包括聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、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-六氟丙烯共聚物和含氟丙烯酸酯树脂中的一种或多种。

25 在一些实施方式中，二次电池还包括负极极片，负极极片中具有负极活性材料，负极活性材料中硅基材料的质量百分比为 20%~100%。如此，将本申请第一方面的正极极片与高硅含量的负极极片组成二次电池，可使二次电池达到更高的能量密度。可理解，负极活性材料中硅基材料的质量百分比可以为但不限于 20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%。

本申请的第二方面，提供了一种用电装置，包括本申请第一方面的二次电池。

以下适当参照附图对本申请的二次电池和用电装置进行说明。

除非特别说明，否则提及的电池的组件、材料种类或含量同时适用于锂离子二次电池和钠离子二次电池。

本申请的一个实施方式中，提供一种二次电池。

5 通常情况下，二次电池包括正极极片、负极极片、电解质和隔离膜。在电池充放电过程中，活性离子在正极极片和负极极片之间往返嵌入和脱出。电解质在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。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，同时可以使离子通过。

10 【正极极片】

正极极片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。

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。

15 在一些实施方式中，所述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形成在高分子材料基材上而形成。其中，金属材料包括但不限于铝、铝合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等。高分子材料基材（如聚丙烯
20 （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）

在一些实施方式中，正极活性材料可包含本领域公知的用于电池的正极活性材料。

25 作为示例，锂离子二次电池的正极活性材料可包括以下材料中的至少一种：橄榄石结构的含锂磷酸盐、锂过渡金属氧化物及其各自的改性化合物。但本申请并不限定于这些材料，还可以使用其他可被用作电池正极活性材料的传统材料。这些正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。其中，锂过渡金属氧化物的示例可包括但不限于锂钴氧化物（如 LiCoO_2 ）、锂镍氧化物（如 LiNiO_2 ）、锂锰氧化物（如 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 ）、

5 锂镍钴氧化物、锂锰钴氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物（如 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{333} ）、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{523} ）、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{211} ）、 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{622} ）、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{811} ）、锂镍钴铝氧化物（如 $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ ）及其改性化合物等中的至少一种。橄榄石结构的含锂磷酸盐的示例可包括但不限于磷酸铁锂（如 LiFePO_4 （也可以简称为 LFP ））、磷酸铁锂与碳的复合材料、磷酸锰锂（如 LiMnPO_4 ）、磷酸锰锂与碳的复合材料、磷酸锰铁锂、磷酸锰铁锂与碳的复合材料中的至少一种。

10 作为示例，钠离子二次电池的正极活性材料可包括以下材料中的至少一种：钠过渡金属氧化物、聚阴离子型化合物和普鲁士蓝类化合物中的至少一种。但本申请并不限于这些材料，还可以使用其他可被用作钠离子电池正极活性材料的传统公知的材料。

作为本申请可选的技术方案，钠过渡金属氧化物中，过渡金属可以是
15 Mn 、 Fe 、 Ni 、 Co 、 Cr 、 Cu 、 Ti 、 Zn 、 V 、 Zr 及 Ce 中的至少一种。钠过渡金属氧化物例如为 Na_xMO_2 ，其中 M 为 Ti 、 V 、 Mn 、 Co 、 Ni 、 Fe 、 Cr 及 Cu 中的一种或几种， $0 < x \leq 1$ 。

作为本申请可选的技术方案，聚阴离子型化合物可以是具有钠离子、过渡金属离子及四面体型 $(\text{YO}_4)^n$ -阴离子单元的一类化合物。过渡金属可以是
20 Mn 、 Fe 、 Ni 、 Co 、 Cr 、 Cu 、 Ti 、 Zn 、 V 、 Zr 及 Ce 中的至少一种； Y 可以是 P 、 S 及 Si 中的至少一种； n 表示 $(\text{YO}_4)^n$ 的价态。

聚阴离子型化合物还可以是具有钠离子、过渡金属离子、四面体型 $(\text{YO}_4)^n$ -阴离子单元及卤素阴离子的一类化合物。过渡金属可以是 Mn 、 Fe 、 Ni 、 Co 、 Cr 、 Cu 、 Ti 、 Zn 、 V 、 Zr 及 Ce 中的至少一种； Y 可以是 P 、 S 及
25 Si 中的至少一种， n 表示 $(\text{YO}_4)^n$ 的价态；卤素可以是 F 、 Cl 及 Br 中的至少一种。

聚阴离子型化合物还可以是具有钠离子、四面体型 $(\text{YO}_4)^n$ -阴离子单元、多面体单元 $(\text{ZO}_y)^{m+}$ 及可选的卤素阴离子的一类化合物。 Y 可以是 P 、 S 及 Si 中的至少一种， n 表示 $(\text{YO}_4)^n$ 的价态； Z 表示过渡金属，可以是 Mn 、 Fe 、

Ni、Co、Cr、Cu、Ti、Zn、V、Zr 及 Ce 中的至少一种，m 表示 $(ZO_y)^{m+}$ 的价态；卤素可以是 F、Cl 及 Br 中的至少一种。

聚阴离子型化合物例如是 $NaFePO_4$ 、 $Na_3V_2(PO_4)_3$ (磷酸钒钠, 简称 NVP)、 $Na_4Fe_3(PO_4)_2(P_2O_7)$ 、 $NaM'PO_4F$ (M' 为 V、Fe、Mn 及 Ni 中的一种或几种) 及
5 $Na_3(VO_y)_2(PO_4)_2F_{3-2y}$ ($0 \leq y \leq 1$) 中的至少一种。

普鲁士蓝类化合物可以是具有钠离子、过渡金属离子及氰根离子 (CN^-) 的一类化合物。过渡金属可以是 Mn、Fe、Ni、Co、Cr、Cu、Ti、Zn、V、Zr 及 Ce 中的至少一种。普鲁士蓝类化合物例如为 $Na_aMe_bMe'_c(CN)_6$ ，其中 Me 及 Me' 各自独立地为 Ni、Cu、Fe、Mn、Co 及 Zn 中的至少一种，
10 $0 < a \leq 2$ ， $0 < b < 1$ ， $0 < c < 1$ 。

所述正极活性材料在正极膜层中的重量比为 80~100 重量%，基于正极膜层的总重量计。

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，所述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
15 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。所述粘结剂在正极膜层中的重量比为 0~20 重量%，基于正极膜层的总重量计。

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，所述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
20 碳纳米纤维中的至少一种。所述导电剂在正极膜层中的重量比为 0-20 重量%，基于正极膜层的总重量计。

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，其中所述正极浆料
25 固含量为 40 质量百分比 (wt%)~80wt%，室温下的粘度调整到 5000 毫帕秒 (mPa s)~25000 mPa s，将正极浆料涂覆在正极集流体的表面，烘干后经过冷轧机冷压后形成正极极片。

所述正极膜片的厚度 T 可采用万分尺测量得到，例如可使用型号为 Mitutoyo293-100、精度为 0.1 μm 的万分尺测量得到。需要说明的是，本申

请所述的正极膜片厚度是指经冷压压实后并用于组装电池的正极极片中的正极膜片的厚度。

【负极极片】

5 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，所述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。

10 在一些实施方式中，所述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形成在高分子材料基材上而形成。其中，金属材料包括但不限于铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等，高分子材料基材包括但不限于聚丙烯（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）等基材。

15 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，锂离子二次电池的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。所述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。所述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。

25 作为示例，钠离子二次电池的负极活性材料通常为硬碳材料，二维金属碳化物或氮化物。优选钠离子二次电池的负极活性材料通常为硬碳材料。

所述负极活性材料在负极膜层中的重量比为 70~100 重量%，基于负极膜层的总重量计。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括粘结剂。所述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。所述粘结剂在负极膜层中的重量比为0~30重量%，基于负极膜层的总重量计。

5 在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括导电剂。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。所述导电剂在负极膜层中的重量比为0~20重量%，基于负极膜层的总重量计。

10 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。所述其他助剂在负极膜层中的重量比为0~15重量%，基于负极膜层的总重量计。

15 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，其中所述负极浆料固含量为30wt%~70wt%，室温下的粘度调整到2000 mPa s~10000 mPa s；将所得到的负极浆料涂覆在负极集流体上，经过干燥工序，冷压例如对辊，得到负极极片。负极粉末涂布单位面密度为75 mg/m²~220 mg/m²，负极极片压实密度1.2 克/立方米(g/m³)~2.0 g/m³。

单位面积负极膜片中负极活性物质的质量M的可使用标准天平称量得到。

20 所述负极膜片的厚度T可采用万分尺测量得到，例如可使用型号为Mitutoyo293-100、精度为0.1 μm的万分尺测量得到。需要说明的是，本申请所述的负极膜片厚度是指经冷压压实后并用于组装电池的负极极片中的负极膜片的厚度。

【电解质】

25 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，所述电解质采用电解液。所述电解液包括电解质盐和溶剂。

在一些实施方式中，锂离子二次电池的电解质盐可选自六氟磷酸锂（ LiPF_6 ）、四氟硼酸锂（ LiBF_4 ）、高氯酸锂（ LiClO_4 ）、六氟砷酸锂（ LiAsF_6 ）、双氟磺酰亚胺锂（ LiFSI ）、双三氟甲磺酰亚胺锂（ LiTFSI ）、三氟甲磺酸锂（ LiTFS ）、二氟草酸硼酸锂（ LiDFOB ）、二草酸硼酸锂（ LiBOB ）、二氟磷酸锂（ LiPO_2F_2 ）、二氟二草酸磷酸锂（ LiDFOP ）及四氟草酸磷酸锂（ LiTFOP ）中的一种或几种。

钠离子二次电池的电解质盐可选自六氟磷酸钠、双氟磺酰亚胺钠、双三氟甲烷磺酰亚胺钠、三氟甲磺酸钠、四氟硼酸钠、二氟磷酸钠、高氯酸钠、氯化钠中的一种或几种。

10 所述电解质盐的浓度通常为 0.5 摩尔/升（ mol/L ）~5 mol/L 。

在一些实施方式中，溶剂可选自氟代碳酸乙烯酯（FEC）、碳酸亚乙酯（EC）、碳酸亚丙基酯（PC）、碳酸甲乙酯（EMC）、碳酸二乙酯（DEC）、碳酸二甲酯（DMC）、碳酸二丙酯（DPC）、碳酸甲丙酯（MPC）、碳酸乙丙酯（EPC）、碳酸亚丁酯（BC）、甲酸甲酯（MF）、乙酸甲酯（MA）、15 乙酸乙酯（EA）、乙酸丙酯（PA）、丙酸甲酯（MP）、丙酸乙酯（EP）、丙酸丙酯（PP）、丁酸甲酯（MB）、丁酸乙酯（EB）、1,4-丁内酯（GBL）、环丁砜（SF）、二甲砜（MSM）、甲乙砜（EMS）及二乙砜（ESE）中的一种或几种。

20 在一些实施方式中，所述电解液还可选地包括添加剂。例如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】

25 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，所述隔离膜的厚度为 $6\ \mu\text{m}\sim 40\ \mu\text{m}$ ，可选为 $12\ \mu\text{m}\sim 20\ \mu\text{m}$ 。

5 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。

10 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。

15 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 能够盖设于所述开口，以封闭所述容纳腔。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 封装于所述容纳腔内。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。

20 在一些实施方式中，二次电池 5 可以组装成电池模块，电池模块所含二次电池 5 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。

25 在电池模块中，多个二次电池 5 可以是沿电池模块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。

在电池包中可以包括电池箱和设置于电池箱中的多个电池模块。电池箱包括上箱体和下箱体，上箱体能够盖设于下箱体，并形成用于容纳电池模块的封闭空间。多个电池模块可以按照任意的方式排布于电池箱中。

另外，本申请还提供一种用电装置，所述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。所述二次电池、电池模块、或电池包可以用作所述用电装置的电源，也可以用作所述用电装置的能量存储单元。所述用电装置可以包括移动设备（例如手机、笔记本电脑等）、电动车辆（例如纯电动车、混合动力电动车、插电式混合动力电动车、电动自行车、电动踏板车、电动高尔夫球车、电动卡车等）、电气列车、船舶及卫星、储能系统等，但不限于此。

作为所述用电装置，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 3 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。

作为另一个示例的装置可以是手机、平板电脑、笔记本电脑等。该装置通常要求轻薄化，可以采用二次电池作为电源。

以下为一些实施例。

为了使本申请所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚，以下将结合实施例和附图对本申请进行进一步详细说明。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。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本申请及其应用的任何限制。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有付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。

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。

一、实施例

实施例 1:

1) 正极极片

正极活性材料为 Dv50 为 12 μm 的团聚体型正极材料(一次颗粒粒径为 0.4 μm)、Dv50 为 3 μm 的类单晶型正极材料(一次颗粒粒径为 1.2 μm)按照质量比 7:3 形成的混合物。

其中, 团聚体型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x1}\text{Ni}_{y1}\text{Co}_{z1}\text{M}_{1-y1-z1}\text{O}_2$; 类单晶型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x2}\text{Ni}_{y2}\text{Co}_{z2}\text{M}'_{1-y2-z2}\text{O}_2$ 。x1 为 1, y1 为 0.93, z1 为 0.05, x2 为 1, y2 为 0.91, z2 为 0.07; 团聚体型正极材料的粒径分布跨度(Dv90-Dv10)/Dv50 为 1.25, 类单晶型正极材料的粒径分布跨度(Dv90-Dv10)/Dv50 为 1.35; 团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 0.56 m^2/g , 类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 1.05 m^2/g ; 混合后的正极活性材料的粒径分布跨度(Dv90-Dv10)/Dv50 为 1.78、BET 比表面积为 0.66 m^2/g 。

将上述正极活性材料投入 5 L 搅拌罐中, 然后加入导电剂乙炔黑 (SP) 和粘结剂聚偏氟乙烯 (PVDF) 进行 30 min 的预混合, 再加入溶剂 N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 在抽真空环境下进行快速搅拌, 形成正极浆料。其中, 正极活性材料: 乙炔黑: 聚偏氟乙烯的质量比=96:2:2, 浆料的固含量为 70%。

将正极浆料均匀、双面涂覆于厚度为 12 μm 的正极集流体铝箔上, 涂覆后的极片经过 100 $^\circ\text{C}$ ~130 $^\circ\text{C}$ 烘箱干燥半小时后取出, 过辊冷压后制备得到正极极片。其中, 极片上正极膜层的活性物质载量为 21.5 mg/cm^2 。

2) 负极极片

将负极活性材料石墨+硅碳材料、炭黑 (SP)、丁苯橡胶 (SBR)、羧甲基纤维 (CMC) 按照重量比为 95:2:2:1 溶于溶剂去离子水中, 经搅拌得到分散均匀的负极浆料, 将负极浆料均匀地涂在负极集流体铜箔的表面, 经过干燥、冷压、裁切, 得到负极极片。负极活性材料中硅碳材料的质量占比为 30%。

3) 隔离膜

采用聚乙烯 (PE) 多孔聚合薄膜作为隔离膜。

4) 电解液

在氩气气氛手套箱中，以电解液质量%计，将 8%六氟磷酸锂 (LiPF_6)、2%碳酸亚乙烯酯 (VC)、0.5%六亚甲基二异氰酸酯 (HDI)、25%碳酸乙烯酯 (EC)、10%碳酸二甲酯 (DMC)、20%碳酸甲乙酯 (EMC)、剩余的用碳酸二乙酯 (DEC) 补充至 100%，混合得到相应的电解液。

5 5) 电池组装

将正极极片、隔离膜、负极极片依次层叠卷绕组装成裸电芯，将裸电芯置于电池壳体中，注入电解液，化成，得到二次电池。

实施例 2:

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极活性材料中团聚体
10 型正极材料的 D_{v50} 不同。本实施例中团聚体型正极材料的 D_{v50} 为 $8.2 \mu\text{m}$ 。

实施例 3:

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极活性材料中团聚体
型正极材料的一次颗粒的粒径不同。本实施例中团聚体型正极材料的一次
颗粒的粒径为 $0.2 \mu\text{m}$ 。

15 实施例 4:

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极活性材料中团聚体
型正极材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ D_{v50} (即 SPAN) 不同。本实施例中
团聚体型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.39。

实施例 5:

20 该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极活性材料中团聚体
型正极材料的分子式不同。本实施例中团聚体型正极材料的分子式中 y_1 为
 0.98 ， z_1 为 0.01 。

实施例 6:

25 该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极活性材料中团聚体
型正极材料的 BET 比表面积不同。本实施例中团聚体型正极材料的 BET 比
表面积为 $0.78 \text{ m}^2/\text{g}$ 。

实施例 7:

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极活性材料中类单晶
型正极材料的 D_{v50} 不同。本实施例中类单晶型正极材料的 D_{v50} 为 $3.8 \mu\text{m}$ 。

实施例 8:

该实施例与实施例 1 基本相同, 区别仅在于: 正极活性材料中类单晶型正极材料的一次颗粒的粒径不同。本实施例中类单晶型正极材料的一次颗粒的粒径为 0.9 μm 。

5 实施例 9:

该实施例与实施例 1 基本相同, 区别仅在于: 正极活性材料中类单晶型正极材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ D_{v50} (即 SPAN) 不同。本实施例中类单晶型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.47。

实施例 10:

10 该实施例与实施例 1 基本相同, 区别仅在于: 正极活性材料中类单晶型正极材料的分子式不同。本实施例中类单晶型正极材料的分子式中 y_2 为 0.97, z_2 为 0.02。

实施例 11:

15 该实施例与实施例 1 基本相同, 区别仅在于: 正极活性材料中类单晶型正极材料的 BET 比表面积不同。本实施例中类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 0.85 m^2/g 。

实施例 12:

20 该实施例与实施例 1 基本相同, 区别仅在于: 正极活性材料中团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比不同。本实施例中团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比为 8: 2。

实施例 13:

该实施例与实施例 1 基本相同, 区别仅在于: 混合后的正极活性材料的粒径分布跨度($D_{v90}-D_{v10}$)/ D_{v50} (即 SPAN) 不同。本实施例中正极活性材料的粒径分布跨度 SPAN 为 2.03。

25 实施例 14:

该实施例与实施例 1 基本相同, 区别仅在于: 混合后的正极活性材料的 BET 比表面积不同。本实施例中正极活性材料的 BET 比表面积为 0.52 m^2/g 。

实施例 15:

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：负极极片的负极活性材料中硅基材料的含量不同。本实施例中负极活性材料中硅基材料的质量含量为 90%。

实施例 16:

5 本实施例中团聚体型正极材料的 $Dv50$ 为 $14.9\ \mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的一次颗粒的粒径为 $0.3\ \mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 0.72，团聚体型正极材料的分子式中 $y1$ 为 0.94， $z1$ 为 0.05，团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.3\ \text{m}^2/\text{g}$ ；类单晶型正极材料的 $Dv50$ 为 $3.5\ \mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的一次颗粒的粒径为 $1.5\ \mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.44，类单晶型正极材料的分子式中 $y2$ 为 0.92， $z2$ 为 0.06，
10 类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.9\ \text{m}^2/\text{g}$ ；团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比为 65:35，正极活性材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.55，正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.53\ \text{m}^2/\text{g}$ ，负极活性材料中硅基材料的质量含量为 50%，其余与实施例 1 相同。

15 实施例 17:

本实施例中团聚体型正极材料的 $Dv50$ 为 $9.5\ \mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的一次颗粒的粒径为 $0.13\ \mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.33，团聚体型正极材料的分子式中 $y1$ 为 0.94， $z1$ 为 0.05，团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.2\ \text{m}^2/\text{g}$ ；类单晶型正极材料的 $Dv50$ 为 $3.5\ \mu\text{m}$ ，类
20 单晶型正极材料的一次颗粒的粒径为 $1.5\ \mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.44，类单晶型正极材料的分子式中 $y2$ 为 0.92， $z2$ 为 0.06，类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.83\ \text{m}^2/\text{g}$ ；团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比为 75:25，正极活性材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.9，正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.53\ \text{m}^2/\text{g}$ ，负极活性材料中硅基材料的质量
25 含量为 50%，其余与实施例 1 相同。

实施例 18:

本实施例中团聚体型正极材料的 $Dv50$ 为 $9.5\ \mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的一次颗粒的粒径为 $0.3\ \mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.33，团聚体型正极材料的分子式中 $y1$ 为 0.94， $z1$ 为 0.05，团聚体型正极材料的

BET 比表面积为 $0.45 \text{ m}^2/\text{g}$ ；类单晶型正极材料的 D_{v50} 为 $3.5 \text{ }\mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的一次颗粒的粒径为 $1.5 \text{ }\mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.44，类单晶型正极材料的分子式中 y_2 为 0.92， z_2 为 0.06，类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $1.14 \text{ m}^2/\text{g}$ ；团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比为 7:3，正极活性材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.9，正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.68 \text{ m}^2/\text{g}$ ，负极活性材料中硅基材料的质量含量为 50%，其余与实施例 1 相同。

实施例 19：

本实施例中团聚体型正极材料的 D_{v50} 为 $9.5 \text{ }\mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的一次颗粒的粒径为 $0.56 \text{ }\mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.33，团聚体型正极材料的分子式中 y_1 为 0.94， z_1 为 0.05，团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.45 \text{ m}^2/\text{g}$ ；类单晶型正极材料的 D_{v50} 为 $3.5 \text{ }\mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的一次颗粒的粒径为 $1.9 \text{ }\mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.44，类单晶型正极材料的分子式中 y_2 为 0.92， z_2 为 0.06，类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.9 \text{ m}^2/\text{g}$ ；团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比为 8:2，正极活性材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.9，正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.53 \text{ m}^2/\text{g}$ ，负极活性材料中硅基材料的质量含量为 50%，其余与实施例 1 相同。

实施例 20：

本实施例中团聚体型正极材料的 D_{v50} 为 $9.5 \text{ }\mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的一次颗粒的粒径为 $0.3 \text{ }\mu\text{m}$ ，团聚体型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.33，团聚体型正极材料的分子式中 y_1 为 0.94， z_1 为 0.05，团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.45 \text{ m}^2/\text{g}$ ，类单晶型正极材料的 D_{v50} 为 $2.6 \text{ }\mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的一次颗粒的粒径为 $1.5 \text{ }\mu\text{m}$ ，类单晶型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.44；类单晶型正极材料的分子式中 y_2 为 0.92， z_2 为 0.06，类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $1.26 \text{ m}^2/\text{g}$ ，团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比为 7:3，正极活性材料的粒径分布跨度 SPAN 为 2.07，正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.53 \text{ m}^2/\text{g}$ ，负极活性材料中硅基材料的质量含量为 50%，其余与实施例 1 相同。

对比例 1:

本对比例中团聚体型正极材料的 $Dv50$ 为 $9\ \mu\text{m}$, 团聚体型正极材料的一次颗粒的粒径为 $0.2\ \mu\text{m}$, 团聚体型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.2, 团聚体型正极材料的分子式中 $y1$ 为 0.94, $z1$ 为 0.05, 团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.45\ \text{m}^2/\text{g}$; 类单晶型正极材料的 $Dv50$ 为 $3.3\ \mu\text{m}$, 类单晶型正极材料的一次颗粒的粒径为 $0.7\ \mu\text{m}$, 类单晶型正极材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.4; 类单晶型正极材料的分子式中 $y2$ 为 0.93, $z2$ 为 0.06, 类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.95\ \text{m}^2/\text{g}$; 团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的质量比为 8:2, 正极活性材料的粒径分布跨度 SPAN 为 1.94, 正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.61\ \text{m}^2/\text{g}$, 负极活性材料中硅基材料的质量含量为 40%, 其余与实施例 1 相同。

对比例 2:

本对比例与对比例 1 基本相同, 区别仅在于: 正极活性材料仅采用团聚体型正极材料, 不采用类单晶型正极材料, 正极活性材料的总量不变; 正极极片的压实密度不同。

对比例 3:

本对比例与对比例 1 基本相同, 区别仅在于: 正极活性材料仅采用类单晶型正极材料, 不采用团聚体型正极材料, 且类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $1.2\ \mu\text{m}$, 正极活性材料的总量不变; 正极极片的压实密度不同。

二、测试方法

1) $Dv10$ 、 $Dv50$ 、 $Dv90$ 测试

颗粒的体积平均粒径 $Dv10$ 、 $Dv50$ 、 $Dv90$ 的测试方法可以采用本领域中公知的方法进行测试。作为示例, 可以参考 GB/T 19077-2016/ISO 13320:2009 粒度分布激光衍射法, 采用设备马尔文 3000 进行测定。

2) BET 比表面积测试

颗粒的 BET 比表面积的测试方法可以采用本领域中公知的方法进行测试。作为示例, 可以参考 GB/T 19587-2017《气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积》, 采用设备 TriStar II 3020 进行测定。

3) 一次颗粒粒径测试

扫描电镜在 3000 倍放大的照片中，一粒粒地测量颗粒最长方向的长度（规则球形测量直径即可，不规则颗粒测量长度最长的反向），大约测量 300 个，求平均值，即可得到一次粒径大小。

5 4) 压实密度计算

正极极片压实密度可以通过公式 $PD=M/(d \times A)$ 计算得到，上式中 M 为直径 40 mm 小圆片的质量，可通过 10 次称重取平均值得到；d 为冷压后的正极极片厚度，数值可以通过裁成 40 mm 小圆片分别测厚取平均值得到；A 为 40 mm 小圆片的面积。

10 5) 长度方向延展率测试

正极极片冷压后长度方向延展率可以通过公式 $\Delta EL\%=(L2-L1)/L1 \times 100\%$ 计算得到，上式中 L1 为冷压前标记长度，一般固定为 100 mm；L2 为冷压后 L1 标记长度的距离。

6) 能量密度测试

15 电池单体的容量测试：将电池单体在 25 °C 静置 2 h，确保电池单体的温度为 25 °C。在 25 °C 下，以 0.1 C 将电池单体充电至充电截止电压后，继续以该充电截止电压进行恒压充电，直至电流为 0.05 C，充电截止（其中，C 表示电池单体额定容量）。将电池单体在 25 °C 静置 1 h，在 25 °C 下，以 0.1 C 将电池单体放电至放电截止电压，记录电池单体放出的总放电容量 C0，
20 总放电能量为 E0。

电池单体重量测量：将电池单体放置在电子天平上至重量稳定，读取电池单体重量数值 M0。

能量密度计算：电池单体的放电能量 E0/电池单体重量 M0，即为电池单体的能量密度。

25 7) 循环圈数测试

(1) 将全电池放进恒温箱中 45 °C 下静置 30 min，0.33C 恒流放电至 2.8V；(2) 静置 5 min，0.33 C 恒流充电至 4.25 V 而后 0.05 C 恒压至 4.25 V，静置 5 min；(3) 0.33 C 恒流放电至 2.8 V，此时读取容量值记为初始容量 C0。重复步骤 (2) ~ (3) 得到第二圈容量数据 C1，C1/C0 即可得到

循环保持率。测试至循环保持率为 80%时的测试圈数即为循环圈数。

以上各个实施例和对比例中的正极极片和二次电池的参数和性能测试结果如以下表 1、表 2 和表 3 所示。以下各表中的 A 表示团聚体型正极材料，B 表示类单晶型正极材料。

- 5 需要说明的是，由于同一种材料的多次粒径测试结果可能存在一定的波动，因此本申请各实施例中粒径的小幅波动（例如 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ ）属于正常的误差范围内。同样地，同一种正极材料的 BET 比表面积的小幅波动（例如 $\pm 0.01 \text{ m}^2/\text{g}$ ）也属于正常的误差范围。

表 1

项目	实施 例 1	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	实施 例 6	实施 例 7	实施 例 8	实施 例 9	实施 例 10
A-Dv50 (μm)	12	8.2	12	12	12	12	12	12	12	12
A-一次颗 粒粒径 (μm)	0.4	0.41	0.2	0.39	0.42	0.41	0.4	0.39	0.41	0.4
A-SPAN	1.25	1.25	1.24	1.39	1.25	1.24	1.25	1.24	1.26	1.25
A-M 元素	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn
A-y 值	0.93	0.93	0.93	0.93	0.98	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
A-BET (m^2/g)	0.56	0.56	0.55	0.558	0.559	0.78	0.563	0.562	0.56	0.561
B-Dv50 (μm)	3	3	3	3	3	3	3.8	3	3	3
B-一次颗 粒粒径 (μm)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	1.2	1.2
B-SPAN	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.47	1.35
B-M'元素	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn
B-y 值	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.97

	B-BET (m ² /g)	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
	AB 混合 比	7:3	7: 3	7: 3	7: 3	7: 3	7: 3	7: 3	7: 3	7: 3	7: 3
	混合- SPAN	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
	混合-BET (m ² /g)	0.66	0.661	0.6	0.66	0.659	0.658	0.66	0.66	0.659	0.658
	压实密度 (g/cm ³)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
二 次 电 池	负极硅基 材料含量 (%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	能量密度 (Wh/kg)	470	459	482	429	420	419	443	459	486	498
	循环圈数 (圈)	850	870	800	850	800	820	850	790	840	780

表 2

项目		实施 例 11	实施 例 12	实施 例 13	实施 例 14	实施 例 15	实施 例 16	实施 例 17	实施 例 18	实施 例 19	实施 例 20
正 极 极 片	A-Dv50 (μm)	12	12	12	12	12	14.9	9.5	9.5	9.5	9.5
	A-一次颗 粒粒径 (μm)	0.41	0.4	0.39	0.4	0.41	0.3	0.13	0.3	0.56	0.3
	A-SPAN	1.24	1.24	1.25	1.24	1.26	0.72	1.33	1.33	1.33	1.33
	A-M 元素	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn

	A-y 值	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	A-BET (m ² /g)	0.559	0.558	0.559	0.561	0.562	0.3	0.2	0.45	0.45	0.45
	B-Dv50 (μm)	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	2.6
	B-一次颗粒 粒径 (μm)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.9	1.5
	B-SPAN	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	B-M'元素	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn
	B-y 值	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	B-BET (m ² /g)	0.85	1.05	1.05	1.05	1.05	0.9	0.83	1.14	0.9	1.26
	AB 混合 比	7: 3	8: 2	7: 3	7: 3	7: 3	65: 35	75: 25	7: 3	8: 2	7: 3
	混合- SPAN	1.78	1.78	2.03	1.78	1.78	1.55	1.9	1.9	1.9	2.07
	混合-BET (m ² /g)	0.661	0.662	0.66	0.52	0.659	0.53	0.53	0.68	0.53	0.53
	压实密度 (g/cm ³)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
二 次 电 池	负极硅基 材料含量 (%)	30	30	30	30	90	50	50	50	50	50
	能量密度 (Wh/kg)	466	419	410	501	537	496	509	425	432	410
	循环圈数 (圈)	900	800	780	820	750	780	720	790	820	850

表 3

项目		对比例 1	对比例 2	对比例 3
正极极片	A-Dv50 (μm)	9	9	-
	A-一次颗粒粒径 (μm)	0.2	0.2	-
	A-SPAN	1.2	1.2	-
	A-M 元素	Mn	Mn	-
	A-y 值	0.94	0.94	-
	A-BET (m^2/g)	0.45	0.45	-
	B-Dv50 (μm)	3.3	-	3.3
	B-一次颗粒粒径 (μm)	0.7	-	1.2
	B-SPAN	1.4	-	1.4
	B-M'元素	Mn	-	Mn
	B-y 值	0.93	-	0.93
	B-BET (m^2/g)	0.95	-	0.95
	AB 混合比	8: 2	-	-
	混合-SPAN	1.94	-	-
	混合-BET (m^2/g)	0.61	-	-
	压实密度 (g/cm^3)	3.7	3.55	3.55
二次电池	负极硅基材料含量 (%)	40	40	40
	能量密度 (Wh/kg)	410	342	358
	循环圈数 (圈)	690	620	780

由以上各表中的数据可知：

本申请实施例 1 至实施例 20 的二次电池具有较高的能量密度，同时具有良好的循环性能，具有优异的综合性能。对比例 1 中正极活性材料中类单晶型正极材料的一次颗粒粒径不在本申请范围之内；对比例 2 中正极活性材料只采用团聚体型正极材料，不采用类单晶型正极材料；对比例 3 中

正极活性材料只采用类单晶型正极材料，不采用团聚体型正极材料。本申请实施例 1 至实施例 20 的二次电池的综合性能明显优于对比例 1、对比例 2 和对比例 3。

5 本申请实施例 7 的二次电池与实施例 1 相比，主要区别在于类单晶型正极材料的 D_{v50} 不同。实施例 7 中类单晶型正极材料的 D_{v50} 为 3.8，实施例 1 中类单晶型正极材料的 D_{v50} 为 3，其二次电池的循环性能相当，但实施例 1 的能量密度更高。

10 本申请实施例 8 的二次电池与实施例 1 相比，主要区别在于类单晶型正极材料的一次颗粒粒径不同。实施例 8 中类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 0.9，实施例 1 中类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 1.2，实施例 1 的二次电池的能量密度和循环性能相比于实施例 8 均明显提升。

15 本申请实施例 12 的二次电池与实施例 1 相比，主要区别在于团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的混合比不同。实施例 12 中团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的混合比为 8:2，实施例 1 中团聚体型正极材料与类单晶型正极材料的混合比为 7:3，实施例 1 的二次电池的能量密度和循环性能均比实施例 12 明显提升。

20 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内。

权 利 要 求 书

1.一种二次电池，包括正极极片，所述正极极片上具有正极活性材料，所述正极活性材料包括团聚体型正极材料和类单晶型正极材料；

所述团聚体型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $8\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ ，所述团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 0.6\ \mu\text{m}$ ；

所述类单晶型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ ，所述类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.8\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$ ；

所述团聚体型正极材料和所述类单晶型正极材料的质量比大于或等于 1。

2.根据权利要求 1 所述的二次电池，其特征在于，所述团聚体型正极材料和所述类单晶型正极材料的质量比为 $1\sim 9:1$ ；可选为 $2.3\sim 3:1$ 。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的二次电池，其特征在于，所述类单晶型正极材料的体积平均粒径 $Dv50$ 为 $3\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$ ，和/或所述类单晶型正极材料的一次颗粒粒径为 $1.2\ \mu\text{m}\sim 1.5\ \mu\text{m}$ 。

4.根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的二次电池，其特征在于，所述团聚体型正极材料的一次颗粒粒径为 $0.2\ \mu\text{m}\sim 0.4\ \mu\text{m}$ 。

5.根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的二次电池，其特征在于，所述团聚体型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x1}\text{Ni}_{y1}\text{Co}_{z1}\text{M}_{1-y1-z1}\text{O}_2$ ，其中 $0.9\leq x1\leq 1$ ， $0.9\leq y1\leq 0.98$ ， $0.05\leq z1\leq 0.1$ ，M 包括 Mn、Al、B、Zr、Sr、Y、Sb、W、Ti、Mg 和 Nb 中的一种或多种；

可选地， $0.9\leq y1\leq 0.96$ 。

6.根据权利要求 5 所述的二次电池，其特征在于，所述类单晶型正极材料的化学式为 $\text{Li}_{x2}\text{Ni}_{y2}\text{Co}_{z2}\text{M}'_{1-y2-z2}\text{O}_2$ ，其中 $0.9\leq x2\leq 1$ ， $0.9\leq y2\leq 0.98$ ， $0.05\leq z2\leq 0.1$ ，M'包括 Mn、Al、B、Zr、Sr、Y、Sb、W、Ti、Mg 和 Nb 中的一种或多种；

可选地， $0.92\leq y2\leq 0.98$ 。

7.根据权利要求 6 所述的二次电池，其特征在于， $y2>y1$ 。

8.根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的二次电池，其特征在于，所述团

聚体型正极材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50 \leq 1.5$; 可选为 0.7~1.4。

9.根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 所述团聚体型正极材料的 BET 比表面积为 $0.2 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.8 \text{ m}^2/\text{g}$; 可选为 $0.3 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 。

10.根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 所述类单晶型正极材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50 \geq 1.2$; 可选为 1.3~1.5。

11.根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 所述类单晶型正极材料的 BET 比表面积为 $0.8 \text{ m}^2/\text{g} \sim 1.3 \text{ m}^2/\text{g}$; 可选为 $0.85 \text{ m}^2/\text{g} \sim 1.15 \text{ m}^2/\text{g}$ 。

12.根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 所述正极活性材料的粒径分布跨度 $(Dv90-Dv10)/Dv50$ 为 1.5~2.1。

13.根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 所述正极活性材料的 BET 比表面积为 $0.5 \text{ m}^2/\text{g} \sim 0.7 \text{ m}^2/\text{g}$ 。

14.根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 所述正极极片中所述正极活性材料占正极膜层的质量百分比为 95%~99.5%。

15.根据权利要求 1 至 14 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 所述正极极片中所述正极活性材料的涂布面密度为 $21.5 \text{ mg}/\text{cm}^2 \sim 32.5 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 。

16.根据权利要求 1 至 15 中任一项所述的二次电池, 其特征在于, 还包括负极极片, 所述负极极片上具有负极活性材料, 所述负极活性材料中硅基材料的质量百分比为 20%~100%。

17.一种用电装置, 包括权利要求 1 至 16 中任一项所述的二次电池。

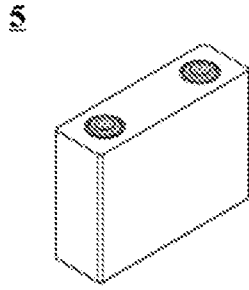


图 1

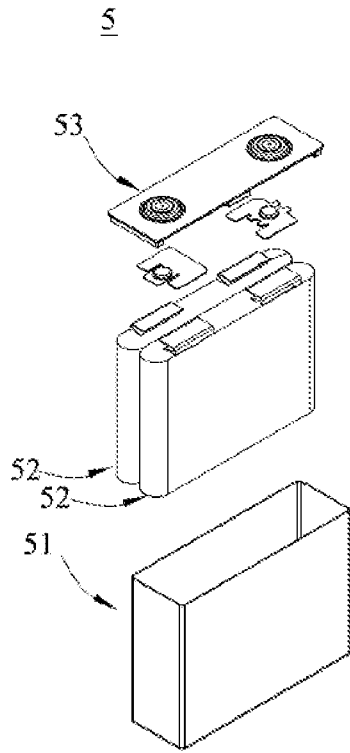


图 2

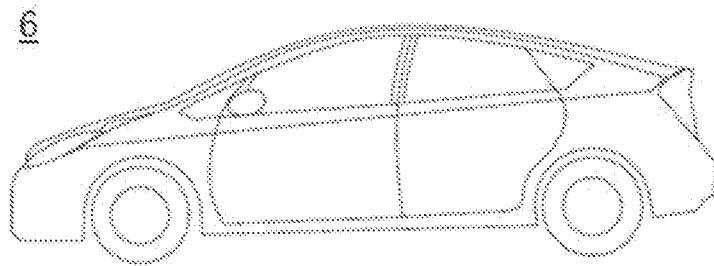


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/086923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M4/505(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)		
VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, WPSABS, IEEE: 电池, 正极, 活性材料, 活性物质, 团聚体, 类单晶, 粒径, 一次颗粒, 质量比, 比表面积, 分布跨度, 涂布, 镍, 钴, 锰, 循环, 能量密度, batter+, cell?+, positive, electrode, active W material, agglomerate, single W crystal, particle W size, primary W particle, mass W ratio, surface, distribution W span, coating, nickel, cobalt, manganese, circulation, energy W density, Dv50, Dv90, Dv10, BET		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109962221 A (JIANGXI XINGYING TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 July 2019 (2019-07-02) description, paragraphs 0004-0084	1-17
A	CN 108134069 A (SHENZHEN BTR NANOMETER TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 June 2018 (2018-06-08) entire document	1-17
A	CN 109888368 A (SHENZHEN HONGPENG NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 June 2019 (2019-06-14) entire document	1-17
A	CN 114430027 A (BYD CO., LTD.) 03 May 2022 (2022-05-03) entire document	1-17
A	CN 114204016 A (BYD CO., LTD.) 18 March 2022 (2022-03-18) entire document	1-17
<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
05 June 2023		14 June 2023
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
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2023/086923

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109962221	A	02 July 2019	CN	109962221	B	17 March 2020
CN	108134069	A	08 June 2018	None			
CN	109888368	A	14 June 2019	None			
CN	114430027	A	03 May 2022	None			
CN	114204016	A	18 March 2022	WO	2022057919	A1	24 March 2022
				CN	114204016	B	06 January 2023
WO	2022080108	A1	21 April 2022	JP	2022064294	A	25 April 2022
				JP	7148937	B2	06 October 2022

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/086923

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01M4/505 (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>VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, WPSABS, IEEE: 电池, 正极, 活性材料, 活性物质, 团聚体, 类单晶, 粒径, 一次颗粒, 质量比, 比表面积, 分布跨度, 涂布, 镍, 钴, 锰, 循环, 能量密度, batter+, cell?+, positive, electrode, active W material, agglomerate, single W crystal, particle W size, primary W particle, mass W ratio, surface, distribution W span, coating, nickel, cobalt, manganese, circulation, energy W density, Dv50, Dv90, Dv10, BET</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>X</td> <td>CN 109962221 A (江西星盈科技有限公司) 2019年7月2日 (2019 - 07 - 02) 说明书第0004-0084段</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108134069 A (深圳市贝特瑞纳米科技有限公司) 2018年6月8日 (2018 - 06 - 08) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109888368 A (深圳鸿鹏新能源科技有限公司) 2019年6月14日 (2019 - 06 - 14) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114430027 A (比亚迪股份有限公司) 2022年5月3日 (2022 - 05 - 03) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114204016 A (比亚迪股份有限公司) 2022年3月18日 (2022 - 03 - 18) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2022080108 A1 (UNIV. SHINSHU 等) 2022年4月21日 (2022 - 04 - 21) 全文</td> <td>1-17</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	X	CN 109962221 A (江西星盈科技有限公司) 2019年7月2日 (2019 - 07 - 02) 说明书第0004-0084段	1-17	A	CN 108134069 A (深圳市贝特瑞纳米科技有限公司) 2018年6月8日 (2018 - 06 - 08) 全文	1-17	A	CN 109888368 A (深圳鸿鹏新能源科技有限公司) 2019年6月14日 (2019 - 06 - 14) 全文	1-17	A	CN 114430027 A (比亚迪股份有限公司) 2022年5月3日 (2022 - 05 - 03) 全文	1-17	A	CN 114204016 A (比亚迪股份有限公司) 2022年3月18日 (2022 - 03 - 18) 全文	1-17	A	WO 2022080108 A1 (UNIV. SHINSHU 等) 2022年4月21日 (2022 - 04 - 21) 全文	1-17
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 109962221 A (江西星盈科技有限公司) 2019年7月2日 (2019 - 07 - 02) 说明书第0004-0084段	1-17																					
A	CN 108134069 A (深圳市贝特瑞纳米科技有限公司) 2018年6月8日 (2018 - 06 - 08) 全文	1-17																					
A	CN 109888368 A (深圳鸿鹏新能源科技有限公司) 2019年6月14日 (2019 - 06 - 14) 全文	1-17																					
A	CN 114430027 A (比亚迪股份有限公司) 2022年5月3日 (2022 - 05 - 03) 全文	1-17																					
A	CN 114204016 A (比亚迪股份有限公司) 2022年3月18日 (2022 - 03 - 18) 全文	1-17																					
A	WO 2022080108 A1 (UNIV. SHINSHU 等) 2022年4月21日 (2022 - 04 - 21) 全文	1-17																					
国际检索实际完成的日期	2023年6月5日	国际检索报告邮寄日期	2023年6月14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	吴冰 电话号码 (+86) 010-53961282																				

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/086923

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	109962221	A	2019年7月2日	CN	109962221	B	2020年3月17日
CN	108134069	A	2018年6月8日	无			
CN	109888368	A	2019年6月14日	无			
CN	114430027	A	2022年5月3日	无			
CN	114204016	A	2022年3月18日	WO	2022057919	A1	2022年3月24日
				CN	114204016	B	2023年1月6日
WO	2022080108	A1	2022年4月21日	JP	2022064294	A	2022年4月25日
				JP	7148937	B2	2022年10月6日