

(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 11 月 14 日 (14.11.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/229731 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 10/058 (2010.01) H01M 4/139 (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/093164

(22) 国际申请日: 2023 年 5 月 10 日 (10.05.2023)

(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: 陈兴布 (CHEN, Xingbu); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。尹子伊 (YIN, Ziyi); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。董苗苗 (DONG, Miaomiao); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。凌洋芳 (LING, Yangfang); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。吴李力 (WU, Lili); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。宋佩东 (SONG, Peidong); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(CN)。孙信 (SUN, Xin); 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,

(54) Title: SECONDARY BATTERY AND ELECTRIC DEVICE

(54) 发明名称: 二次电池和用电装置

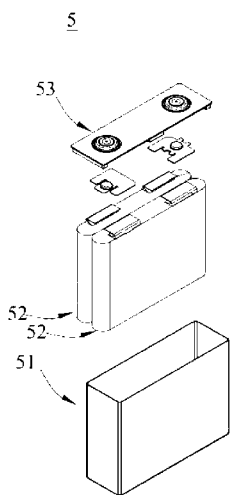


图 2

(57) Abstract: Provided is a secondary battery, which comprises: a positive electrode sheet having a positive electrode active material, wherein the positive electrode active material comprises $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$, where $0.2 \leq a \leq 1.2$, $0.85 \leq x \leq 1$, $0 \leq y < 0.15$, $x+y+z=1$, and M comprises one or more of Mn and Al; and the coating weight of the positive electrode active material is $19\text{-}45 \text{ mg/cm}^2$, and the compaction density is $3.2\text{-}3.8 \text{ g/cm}^3$; a negative electrode sheet having a negative electrode active material, wherein the mass fraction of a silicon-based material is 20-100%, the coating weight of the negative electrode active material is $5\text{-}13 \text{ mg/cm}^2$, and the compaction density is $1.1\text{-}1.9 \text{ g/cm}^3$; and an electrolyte, wherein the amount of the electrolyte is $0.8\text{-}1.5 \text{ g/Ah}$, the electrolyte comprises an electrolytic solution, and the amount of the electrolytic solution outside a bare cell in the secondary battery is $\leq 0.1 \text{ g/Ah}$. The present invention further relates to a corresponding electric device.

(57) 摘要: 提供一种二次电池, 包括: 正极极片, 其具有正极活性材料, 正极活性材料包括 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$, $0.2 \leq a \leq 1.2$, $0.85 \leq x \leq 1$, $0 \leq y < 0.15$, $x+y+z=1$, M 包括 Mn 和 Al 中的一种或多种; 正极活性材料涂布重量为 $19 \sim 45 \text{ mg/cm}^2$, 压实密度为 $3.2 \sim 3.8 \text{ g/cm}^3$; 负极极片, 其具有负极活性材料, 其中硅基材料的质量分数为 20% ~ 100%, 负极活性材料涂布重量为 $5 \sim 13 \text{ mg/cm}^2$, 压实密度为 $1.1 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$; 电解质, 电解质的量为 $0.8 \sim 1.5 \text{ g/Ah}$, 电解质包括电解液, 二次电池中裸电芯外电解液的量 $\leq 0.1 \text{ g/Ah}$; 并涉及相应的用电装置。

WO 2024/229731 A1

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))。

二次电池和用电装置

技术领域

5 本申请涉及二次电池技术领域，特别是涉及一种二次电池及其制备方法、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、电动摩托车和电动汽车等多个领域。

由于二次电池取得了极大的发展，对其能量密度也提出了更高的要求。因此，寻求一种具有高能量密度的二次电池，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。

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：

20 正极极片，正极极片具有正极活性材料，正极活性材料包括 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$ ，其中 $0.2 \leq a \leq 1.2$ ， $0.85 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y < 0.15$ ， $x+y+z=1$ ，M 包括 Mn 和 Al 中的一种或多种；正极活性材料的涂布重量为 $19 \text{ mg/cm}^2 \sim 45 \text{ mg/cm}^2$ ，正极极片的压实密度为 $3.2 \text{ g/cm}^3 \sim 3.8 \text{ g/cm}^3$ ；

25 负极极片，负极极片具有负极活性材料，负极活性材料中硅基材料的质量分数为 20%~100%，负极活性材料的涂布重量为 $5 \text{ mg/cm}^2 \sim 13 \text{ mg/cm}^2$ ，负极极片的压实密度为 $1.1 \text{ g/cm}^3 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$ ；及

电解质，二次电池中电解质的量为 $0.8 \text{ g/Ah} \sim 1.5 \text{ g/Ah}$ ，电解质包括电解液，二次电池中裸电芯外电解液的量 $\leq 0.1 \text{ g/Ah}$ 。

本申请的二次电池中正极极片和负极极片采用较高的压实密度；采用极低的电解质总量，并尽量减少电解质中对容量发挥无贡献的裸电芯外电

解液的量；采用高镍三元正极材料、高硅负极活性材料和较大的涂布重量；通过上述技术手段相结合，可使二次电池具有较高的能量密度。

在任意的实施方式中，正极极片和负极极片之间设有隔离膜，隔离膜的表面设有第一高吸液聚合物层，第一高吸液聚合物层中的高吸液聚合物的平衡溶胀率为 150%~300%。如此，可以进一步提高隔离膜与极片之间的保液能力，使电解质进一步集中在裸电芯的内部，提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中，正极极片和/或负极极片表面设有第二高吸液聚合物层，第二高吸液聚合物层中的高吸液聚合物的平衡溶胀率为 150%~300%。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，高吸液聚合物的涂布重量为 $0.1 \text{ mg/cm}^2 \sim 1.4 \text{ mg/cm}^2$ 。如此，可以很好地满足正极极片、负极极片的保液量需求。

在任意的实施方式中，高吸液聚合物的涂布重量为 $0.1 \text{ mg/cm}^2 \sim 1.0 \text{ mg/cm}^2$ 。

在任意的实施方式中，高吸液聚合物包括聚丙烯酸酯类电解质、聚醚类电解质、聚碳酸酯类电解质、聚羧酸酯类电解质、硅基类电解质、聚硫醇类电解质、马来酸酐类电解质和聚硫酸酯类电解质中的一种或多种。

在任意的实施方式中，电解质还包括凝胶电解质，凝胶电解质和电解液的质量比为 1: (0.05~0.4)。如此，可以将电解液更好地锁在裸电芯内，减少电解液因高硅极片充电膨胀作用而被挤出。

在任意的实施方式中，凝胶电解质和电解液的质量比为 1: (0.05~0.25)。

在任意的实施方式中，形成凝胶电解质的单体包括甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸正丁酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸正辛酯、丙烯酸正辛酯、醋酸乙烯酯、碳酸亚乙烯酯、碳酸乙炔亚乙酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二甲基丙烯酸酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸烯丙酯、二乙烯苯、聚乙烯醇和苯乙烯中的一种或多种。

在任意的实施方式中，形成凝胶电解质的引发剂包括过硫酸盐、偶氮类引发剂和有机过氧类引发剂中的一种或多种。

在任意的实施方式中，正极活性材料的涂布重量为 $25 \text{ mg/cm}^2 \sim 35 \text{ mg/cm}^2$ 。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，正极极片的压实密度为 $3.5 \text{ g/cm}^3 \sim 3.7 \text{ g/cm}^3$ 。如此，可以进一步降低正极膜层中电解液的需求总量，进一步提高二次电池
5 的能量密度。

在任意的实施方式中，负极活性材料的涂布重量为 $7 \text{ mg/cm}^2 \sim 10.5 \text{ mg/cm}^2$ 。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，负极极片的压实密度为 $1.6 \text{ g/cm}^3 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ 。如此，可以进一步降低负极膜层中电解液的需求总量，进一步提高二次电池
10 的能量密度。

在任意的实施方式中，二次电池中电解质的量为 $0.9 \text{ g/Ah} \sim 1.4 \text{ g/Ah}$ 。如此，在满足充放电过程中正极极片和负极极片膜层孔隙中所需的电解质的需求量的同时，进一步提高二次电池的能量密度。

在任意的实施方式中，负极活性材料中硅基材料的质量分数为
15 $40\% \sim 100\%$ 。如此，可以进一步提高二次电池的能量密度。

本申请的第二方面提供一种用电装置，包括本申请第一方面的二次电池。

本申请的二次电池中，正极极片和负极极片采用较高的压实密度；采用极低的电解质量，并尽量减少电解质中对容量发挥无贡献的裸电芯外电
20 解液量；结合高镍三元正极材料、高硅负极活性材料和较大的活性材料涂布重量；可使二次电池具有较高的能量密度。

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
25 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。

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：

5、二次电池；51、壳体；52、电极组件；53、盖板；6、用电装置。

5 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 ≥ 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，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。

5 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
10 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）。

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，对二次电池的能量密度
15 也提出了更高的要求。现有的高比能二次电池通常采用锂金属负极，由于锂金属负极的活性太强，稳定性极差，限制了锂金属负极高比能二次电池的实际应用。因此，寻求一种采用非锂金属负极，且具有较高能量密度的二次电池，已经成为本领域技术人员重点关注的方向之一。对此，本申请提供了一种二次电池，其无需采用锂金属负极，且具有较高的能量密度。

20 在一些实施方式中，本申请的第一方面提供了一种二次电池，包括：

正极极片，该正极极片具有正极活性材料，正极活性材料包括 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$ ，其中 $0.2 \leq a \leq 1.2$ ， $0.85 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y < 0.15$ ， $x+y+z=1$ ，M包括Mn和Al中的一种或多种；正极活性材料的涂布重量为 $19 \text{ mg/cm}^2 \sim 45 \text{ mg/cm}^2$ ，正极极片的压实密度为 $3.2 \text{ g/cm}^3 \sim 3.8 \text{ g/cm}^3$ ；

25 负极极片，该负极极片具有负极活性材料，负极活性材料中硅基材料的质量分数为 $20\% \sim 100\%$ ，负极活性材料的涂布重量为 $5 \text{ mg/cm}^2 \sim 13 \text{ mg/cm}^2$ ，负极极片的压实密度为 $1.1 \text{ g/cm}^3 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$ ；

电解质，二次电池中电解质的量为 $0.8 \text{ g/Ah} \sim 1.5 \text{ g/Ah}$ ，电解质包括电解液，二次电池中裸电芯外电解液的量 $\leq 0.1 \text{ g/Ah}$ 。

本申请的二次电池中，正极极片和负极极片采用较高的压实密度，可以降低极片膜层孔隙中的电解液填充需求量，同时可以减少活性物质与电解液的界面接触，减少活性物质与电解液之间的副反应，降低电解液的需求总量；采用极低的电解质总量，并尽量减少电解质中对容量发挥无贡献的裸电芯外电解液的量；采用高镍三元正极材料、高硅负极活性材料和较大的涂布重量；通过上述技术手段相结合，可使二次电池具有较高的能量密度，其能量密度可以达到 400 Wh/kg 以上。并且，该二次电池无需采用活性很高、稳定性很差的锂金属负极来提高电池能量密度，可以使二次电池具有较好的稳定性。

可以理解，二次电池中电解质的量包括电解液的量和凝胶电解质的量；其中，电解液包括裸电芯内电解液和裸电芯外电解液。将二次电池拆开，取出裸电芯，将电池壳体内剩余的电解液进行称重，即得裸电芯外电解液的量；将裸电芯拆开，取出其内的凝胶电解质和电解液进行称重；将凝胶电解质的量、裸电芯内电解液的量和裸电芯外电解液的量相加，即为二次电池中电解质的量。裸电芯外电解液是指游离在裸电芯外部的电解液，该部分电解液对于二次电池的容量发挥不起作用；因此，为了提高二次电池的能量密度，应尽量降低电解质中裸电芯外电解液所占比例。

需要说明的是，二次电池在充放电过程中会伴随 Li 的脱嵌及消耗，二次电池在放电到不同状态时 Li 的摩尔含量会发生变化；本申请中对正极活性材料 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$ 中 a 的取值范围限定包括了二次电池不同充放电状态下 Li 的摩尔含量（通常电池电压在 2 V~5 V 之间）。

可以理解，正极极片中正极活性材料的涂布重量可以为但不限于 19 mg/cm²、20 mg/cm²、22 mg/cm²、24 mg/cm²、26 mg/cm²、28 mg/cm²、30 mg/cm²、32 mg/cm²、34 mg/cm²、36 mg/cm²、38 mg/cm²、40 mg/cm²、42 mg/cm²、44 mg/cm²、45 mg/cm²；正极极片的压实密度可以为但不限于 3.2 g/cm³、3.3 g/cm³、3.4 g/cm³、3.5 g/cm³、3.6 g/cm³、3.7 g/cm³、3.8 g/cm³；负极活性材料中硅基材料的质量分数可以为但不限于 20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%；负极活性材料的涂布重量可以为但不限于 5 mg/cm²、6 mg/cm²、7 mg/cm²、8 mg/cm²、9 mg/cm²、10 mg/cm²、11 mg/cm²、12 mg/cm²、

13 mg/cm²；负极极片的压实密度可以为但不限于 1.1 g/cm³、1.2 g/cm³、1.3 g/cm³、1.4 g/cm³、1.5 g/cm³、1.6 g/cm³、1.7 g/cm³、1.8 g/cm³、1.9 g/cm³；二次电池中电解质的量可以为但不限于 0.8 g/Ah、0.9 g/Ah、1.0 g/Ah、1.1 g/Ah、1.2 g/Ah、1.3 g/Ah、1.4 g/Ah、1.5 g/Ah；电解质中裸电芯外电解液
5 的量可以为但不限于 0 g/Ah、0.01 g/Ah、0.02 g/Ah、0.03 g/Ah、0.04 g/Ah、0.05 g/Ah、0.06 g/Ah、0.07 g/Ah、0.08 g/Ah、0.09 g/Ah、0.1 g/Ah。

在其中一些实施方式中，正极活性材料的涂布重量为 25 mg/cm²~35 mg/cm²。正极极片中正极活性材料的涂布重量过低，会使活性物质的占比减少，电池中基材、壳体、辅料等重量占比相对增大，使电池的重量能量
10 密度降低；涂布重量过大又会使正极膜层过厚，难以达到设定的压实密度。将正极活性材料的涂布重量控制在 25 mg/cm²~35 mg/cm² 范围之内，可以进一步提高二次电池的能量密度。

在其中一些实施方式中，正极极片的压实密度为 3.5 g/cm³~3.7 g/cm³。如此，可以进一步降低正极膜层中电解液的需求总量，进一步提高二次电
15 池的能量密度。

在其中一些实施方式中，负极极片中负极活性材料的涂布重量为 7 mg/cm²~10.5 mg/cm²。可以进一步提高二次电池的能量密度。

在其中一些实施方式中，负极极片的压实密度为 1.6 g/cm³~1.8 g/cm³。如此，可以进一步降低负极膜层中电解液的需求总量，进一步提高二次电
20 池的能量密度。

在其中一些实施方式中，二次电池中电解质的量为 0.9 g/Ah~1.4 g/Ah。如此，在满足充放电过程中正极极片和负极极片膜层孔隙中所需的电解质的需求量的同时，进一步减少电解质的总用量，从而进一步提高二次电
池的能量密度。

在其中一些实施方式中，负极活性材料中硅基材料的质量分数为 40%~100%。如此，负极活性材料中采用更高比例的硅基材料，可以进一步
25 提高二次电池的能量密度。

在其中一些实施方式中，二次电池还包括隔离膜，该隔离膜设置在正极极片和负极极片之间，且隔离膜与正极极片之间的间距为 0 μm~20 μm。

通过将隔离膜与正极极片之间的间距控制在 20 μm 以内，可以使正极极片与隔离膜之间填充足够多的电解质，更好地满足正极膜层的保液填充需求，并可使电解液主要集中在裸电芯的内部，减少裸电芯外电解液的量，从而有利于提高二次电池的能量密度。

5 在其中一些实施方式中，隔离膜与负极极片之间的间距为 0 μm ~20 μm 。如此，可使负极极片与隔离膜之间填充足够多的电解质，更好地满足负极膜层的保液填充需求，并可使电解液进一步集中在裸电芯的内部，进一步减少裸电芯外电解液的量，从而进一步提高二次电池的能量密度。

在其中一些实施方式中，可以通过调节正极极片、隔离膜和负极极片层叠卷绕形成电极组件时的卷绕张力的的大小，来控制隔离膜与正极极片之间的间距，以及隔离膜与负极极片之间的间距。

具体来说，当需要减小极片与隔离膜之间的间距时，可以适当地增大极片卷绕时的张力；当需要增大极片与隔离膜之间的间距时，可以适当地减小极片卷绕时的张力。当卷绕张力较小时，卷绕后极片与隔离膜之间的间距会相对较大，可以容纳较多的电解质；但若卷绕张力过小，极片与隔离膜之间的间距会过大，影响电池的动力学并增加析锂的风险。因此，需要控制卷绕张力的的大小在合适范围内，以使极片与隔离膜之间的间距在设定范围之内。

在其中一些实施方式中，在隔离膜的表面还设置有第一高吸液聚合物层，该第一高吸液聚合物层中的高吸液聚合物的平衡溶胀率为 150%~300%。通过在隔离膜的表面设置上述的高吸液聚合物，可以进一步提高裸电芯内隔离膜与极片之间的保液能力，使电解质进一步集中在裸电芯的内部，进一步减少裸电芯外电解液的量，从而进一步提高二次电池的能量密度。

在其中一些实施方式中，在正极极片和/或负极极片的表面设置有第二高吸液聚合物层，该第二高吸液聚合物层中的高吸液聚合物的平衡溶胀率为 150%~300%。同样地，通过在正极极片和/或负极极片的表面设置上述的高吸液聚合物，同样可以进一步提高裸电芯内隔离膜与极片之间的保液能力，使电解质进一步集中在裸电芯的内部，进一步减少裸电芯外电解液的量，从而进一步提高二次电池的能量密度。

可以理解，可以只在隔离膜的一侧表面上设置上述的高吸液聚合物，可以在隔离膜相对的两侧表面上均设置上述的高吸液聚合物，可以只在正极极片或负极极片的表面上设置上述的高吸液聚合物，也可以在正极极片和负极极片的表面上均设置上述的高吸液聚合物，还可以在隔离膜的表面以及极片的表面均设置上述的高吸液聚合物。

需要说明的是，高吸液聚合物的平衡溶胀率大小可以反映高吸液聚合物的保液能力高低。高吸液聚合物的平衡溶胀率可以通过如下公式计算得到： $Q=W_s/W_d$ ，其中 Q 为高吸液聚合物的平衡溶胀率， W_s 为高吸液聚合物溶胀平衡后的聚合物重量， W_d 为高吸液聚合物的干重。

可以理解，高吸液聚合物在与电解液溶剂接触时，由于聚合物交联点之间的分子链段仍然较长，具有相当的柔性，溶剂分子容易渗入聚合物内，引起聚合物体积膨胀；但交联点之间分子链的伸展会使其构象熵降低，使分子网产生弹性收缩力，阻止溶剂分子进入分子网；当这两种相反的作用相互抵消时，体系就达到了溶胀平衡状态，聚合物的体积不再变化。

在其中一些实施方式中，高吸液聚合物的涂布重量为 $0.1 \text{ mg/cm}^2 \sim 1.4 \text{ mg/cm}^2$ 。将高吸液聚合物的涂布重量控制在 $0.1 \text{ mg/cm}^2 \sim 1.4 \text{ mg/cm}^2$ 之间，可以很好地满足正极极片和负极极片的保液量需求。可以理解，高吸液聚合物的涂布重量可以为但不限于 0.1 mg/cm^2 、 0.2 mg/cm^2 、 0.3 mg/cm^2 、 0.4 mg/cm^2 、 0.5 mg/cm^2 、 0.6 mg/cm^2 、 0.7 mg/cm^2 、 0.8 mg/cm^2 、 0.9 mg/cm^2 、 1.0 mg/cm^2 、 1.1 mg/cm^2 、 1.2 mg/cm^2 、 1.3 mg/cm^2 、 1.4 mg/cm^2 。

在其中一些实施方式中，高吸液聚合物的涂布重量为 $0.1 \text{ mg/cm}^2 \sim 1.0 \text{ mg/cm}^2$ 。如此，可以在满足正极极片和负极极片的保液量需求的同时，进一步减少高吸液聚合物的用量。

在其中一些实施方式中，可以将高吸液的聚合物溶解于有机溶剂如丙酮中，然后采用喷涂、浸涂、辊涂等方式将聚合物涂覆在隔离膜或极片的表面上，从而在隔离膜或极片上形成高吸液聚合物的涂层。

在其中一些实施方式中，高吸液聚合物包括聚丙烯酸酯类电解质、聚醚类电解质、聚碳酸酯类电解质、聚羧酸酯类电解质、硅基类电解质、聚硫醇类电解质、马来酸酐类电解质和聚硫酸酯类电解质中的一种或多种。

在其中一些实施方式中，电解质还包括凝胶电解质，凝胶电解质和电解液的质量比为 1: (0.05~0.4)。通过采用特定含量的凝胶电解质，可以进一步增强电解液在裸电芯内部和极片膜层孔隙中的保液能力，将电解液更好地锁在裸电芯内，减少电解液因高硅极片充电膨胀作用而被挤出。同时，结合一定量的液态电解液，可以改善电极界面浸润，改善凝胶电解质的容量等电性能发挥。

可以理解，电解质中凝胶电解质和电解液的质量比可以为但不限于 1: 0.05、1:0.08、1:0.10、1:0.12、1:0.14、1:0.16、1:0.18、1:0.20、1:0.22、1:0.24、1: 0.26、1:0.28、1:0.30、1:0.32、1:0.34、1:0.36、1:0.38、1:0.40。

在其中一些实施方式中，凝胶电解质和电解液的质量比为 1: (0.05~0.25)。如此，可以进一步增强电解液在裸电芯内部和极片膜层孔隙中的保液能力，更好地将电解液锁在裸电芯内。

在其中一些实施方式中，可以在二次电池注液时在电解液中添加一定量的聚合物单体和引发剂，在加热条件下引发聚合物单体进行原位聚合，从而形成凝胶电解质。可理解，电解质中凝胶电解质的含量可以通过注液时电解液中聚合物单体和引发剂的添加量来进行调节和控制。

在其中一些实施方式中，形成凝胶电解质的单体包括甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸正丁酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸正辛酯、丙烯酸正辛酯、醋酸乙烯酯、碳酸亚乙烯酯、碳酸乙烯亚乙酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二甲基丙烯酸酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸烯丙酯、二乙烯苯、聚乙烯醇和苯乙烯中的一种或多种。

在其中一些实施方式中，形成凝胶电解质的引发剂包括过硫酸盐、偶氮类引发剂和有机过氧类引发剂中的一种或多种。

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。

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。

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。

【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。

10 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，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（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）。

本申请的一些实施方式中，正极活性材料包括高镍三元正极材料；正极活性材料的涂布重量为 $19 \text{ mg/cm}^2 \sim 45 \text{ mg/cm}^2$ ，正极极片的压实密度为 $3.2 \text{ g/cm}^3 \sim 3.8 \text{ g/cm}^3$ ；

在一些实施方式中，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。

25 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。

5 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；正极极片压实密度为 3.2 克/立方厘米
10 (g/cm³)~3.8 g/cm³，可选为 3.5 g/cm³~3.7 g/cm³。

所述压实密度的计算公式为：

压实密度=涂布面密度/（挤压后极片厚度-集流体厚度）。

单位面积正极膜片中正极活性物质的质量 M 的可使用标准天平称量得到。

15 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】

20 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。

25 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。

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。

5 作为示例，锂离子二次电池的负极活性材料包括硅基材料，还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、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。

10 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。

15 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。

20 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。

25 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。负极极片压实密度 1.1 克/立方米（g/m³）~1.9 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。

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。

5 【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。

10 在一些实施方式中，所述电解质包括电解液。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 (LiPF₆)、四氟硼酸锂 (LiBF₄)、高氯酸锂 (LiClO₄)、六氟砷酸锂 (LiAsF₆)、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)、15 二氟磷酸锂 (LiPO₂F₂)、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。

20 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)、25 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。

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。

在一些实施方式中，所述电解质还包括凝胶电解质。

5 **【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。

10 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 $12\ \mu\text{m}\sim 20\ \mu\text{m}$ 。

15 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。

20 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。

25 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。

5 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。

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。

10 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。

15 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。

20 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。

25 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) 正极极片的制备

将正极活性材料 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$ 与导电剂超导碳 SP、粘结剂 PVDF 按重量比 98: 1 : 1 在 N-甲基吡咯烷酮溶剂中充分搅拌混合均匀得到正极浆料，将正极浆料涂覆于正极集流体铝箔上，烘干、冷压，得到正极极片。正极活性材料的涂布重量为 30 mg/cm^2 ，正极极片的压实密度为 3.5 g/cm^3 。其中，正极活性材料化学式中 a 为 1, x 为 0.92, y 为 0.05, $x+y+z=1$, M 为 Mn。

2) 负极极片的制备

将负极活性材料石墨+硅氧与导电剂碳纳米管+超导碳、粘结剂丁苯橡胶 SBR、增稠剂羧甲基纤维素钠 CMC 按照质量比 94: 2: 3: 1 在去离子水中充分搅拌混合均匀得到负极浆料，将负极浆料涂覆于负极集流体铜箔上，烘干、冷压，得到负极极片。负极活性材料中硅基材料的质量分数为 40%，负极活性材料的涂布重量为 9 mg/cm^2 ，负极极片的压实密度为 1.7 g/cm^3 。

3) 隔离膜

采用聚乙烯 (PE) 隔离膜。

4) 电芯组装

将正极极片、隔离膜和负极极片层叠卷绕组装形成裸电芯，将裸电芯置于外包装中，得到干电芯。在裸电芯的制备过程中，通过控制极片卷绕过程中的张力大小，调节正极极片与隔离膜之间的间距为 20 μm ，负极极片与隔离膜之间的间距为 20 μm 。

5 5) 注液

对于干电芯进行注液，注液时分两次注液，一次注液：二次注液的质量比为 9: 1。一次注液的电解质原料组分为：电解液母液、单体、引发剂，质量比为 94.5: 5: 0.5；其中，电解液母液的有机溶剂为碳酸亚乙酯(EC)、碳酸甲乙酯(EMC)和碳酸二乙酯(DEC)的混合液；EC、EMC 和 DEC 的体积比
10 比为 20:20:60；电解液母液的锂盐为 LiPF_6 ，浓度为 1 mol/L；单体采用乙二醇二甲基丙烯酸酯，引发剂采用的是偶氮二乙丁晴 (AIBN)。

二次注液的电解质仅为电解液母液。一次注液完毕后真空封装，静置浸渍，并加热使电解质原料中的聚合物单体发生聚合形成凝胶电解质，再注入二次注液电解液母液。其中，电芯的总电解质量为 1.3 g/Ah，加热聚合
15 后电解质中凝胶电解质与液态电解液的质量比为 1: 0.11，电解液中裸电芯外电解液的量为 0.05 g/Ah。

实施例 2

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：高镍三元正极材料不同，正极活性材料的涂布重量。本实施例中高镍三元正极材料的化学式为
20 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$ ，其中 a 为 1，x 为 0.9，y 为 0.05， $x+y+z=1$ ，M 为 Mn；正极活性材料的涂布重量为 30.5 mg/cm^2 。

实施例 3

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极极片中正极活性材料的涂布重量不同，负极极片中负极活性材料的涂布重量不同。本实施例中
25 正极活性材料的涂布重量为 25 mg/cm^2 ，负极活性材料的涂布重量为 7.5 mg/cm^2 。

实施例 4

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极极片中正极活性材料的涂布重量不同，负极极片中负极活性材料的涂布重量不同。本实施例

中正极活性材料的涂布重量为 35 mg/cm²，负极活性材料的涂布重量为 10.5 mg/cm²。

实施例 5

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极极片中正极活性材料
5 的涂布重量不同，负极极片中负极活性材料的涂布重量不同。本实施例中
正极活性材料的涂布重量为 40 mg/cm²，负极活性材料的涂布重量为 12
mg/cm²。

实施例 6

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极极片的压实密度不
10 同。本实施例中正极极片的压实密度为 3.7 g/cm³。

实施例 7

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极极片的压实密度不
同。本实施例中正极极片的压实密度为 3.8 g/cm³。

实施例 8

15 该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：负极极片中负极活性材
料的涂布重量不同。本实施例中负极活性材料的涂布重量为 13 mg/cm²。

实施例 9

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：负极极片的压实密度不
同。本实施例中负极极片的压实密度为 1.6 g/cm³。

20 实施例 10

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：负极极片的压实密度不
同。本实施例中负极极片的压实密度为 1.8 g/cm³。

实施例 11

25 该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：二次电池中电解质的量
不同。本实施例中电解质的量为 0.9 g/Ah。

实施例 12

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：二次电池中电解质的量
不同。本实施例中电解质的量为 1.4 g/Ah。

实施例 13

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：二次电池中电解质的量不同，裸电芯外电解液的量不同。本实施例中电解质的量为 1.35 g/Ah，裸电芯外电解液量为 0.1 g/Ah。

实施例 14

5 该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：本实施例中在正极极片和负极极片上均涂覆聚碳酸酯二醇高吸液聚合物，正极极片上高吸液聚合物的涂布重量为 0.5 mg/cm²，负极极片上高吸液聚合物的涂布重量为 0.5 mg/cm²。高吸液聚合物的平衡吸液率为 200%。

实施例 15

10 该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：隔离膜与正极极片之间的间距不同。本实施例中隔离膜与正极极片之间的间距为 20 μm。

实施例 16

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：隔离膜与负极极片之间的间距不同。本实施例中隔离膜与负极极片之间的间距为 20 μm。

15 实施例 17

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：本实施例中在隔离膜的表面上涂覆高吸液聚合物，高吸液聚合物的平衡溶胀率为 200%，高吸液聚合物的涂布重量为 0.5 mg/cm²。

实施例 18

20 该实施例与实施例 17 基本相同，区别仅在于：隔离膜表面高吸液聚合物的涂布重量不同。本实施例中隔离膜表面的高吸液聚合物的涂布重量为 1 mg/cm²。

实施例 19

25 该实施例与实施例 17 基本相同，区别仅在于：隔离膜表面高吸液聚合物的涂布重量不同。本实施例中隔离膜表面的高吸液聚合物的涂布重量为 1.4 mg/cm²。

实施例 20

该实施例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：加热聚合后电解质中凝胶电解质与游离液态电解液的质量比不同。本实施例中加热聚合后电解质

中凝胶电解质与游离液态电解液的质量比为 1: 0.25。

二、对比例

对比例 1

5 该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：对比例 1 中所用的正极活性材料不同。对比例 1 中正极极片中所用的正极活性材料为高镍三元正极材料的化学式为 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$ ，其中 a 为 1, x 为 0.8, y 为 0.1, $x+y+z=1$, M 为 Mn。

对比例 2

10 该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极极片中正极活性材料的涂布重量不同。对比例 2 中正极极片中正极活性材料的涂布重量为 15 mg/cm^2 。

对比例 3

15 该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：正极极片的压实密度不同。对比例 3 中正极极片的压实密度为 3.1 g/cm^3 。

对比例 4

该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：负极极片中负极活性材料不同。对比例 4 中负极活性材料为石墨：硅氧=95：5。

对比例 5

20 该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：负极极片中负极活性材料的涂布重量不同。对比例 5 中负极极片中负极活性材料的涂布重量为 15 mg/cm^2 。

对比例 6

25 该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：负极极片的压实密度不同。对比例 6 中负极极片的压实密度为 1.0 g/cm^3 。

对比例 7

该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：电芯中电解质的量不同。对比例 7 的电芯中电解质的量为 1.6 g/Ah 。

对比例 8

该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：裸电芯外电解液的量不同。该对比例 8 中裸电芯外电解液的量为 0.2 g/Ah。

对比例 9

该对比例与实施例 1 基本相同，区别仅在于：加热聚合后电解质中凝胶电解质与液态电解液的质量比不同。本实施例中加热聚合后电解质中凝胶电解质与液态电解液的质量比为 1: 0，即不含有液态电解液。

三、测试方法

1) 裸电芯外电解液量测试

10 将裸电芯取出，壳体内剩余的电解液称重。

2) 隔离膜与极片间间距测试

采用 X-Ray CT 对隔离膜与极片间间距拍摄测量。

3) 凝胶电解质和电解液质量比测试

15 将裸电芯取回进行离心，得到裸电芯内的游离液态电解液，与壳体内剩余的电解液进行合并称重，得到液态电解液的重量；将裸电芯上的凝胶电解质刮下进行称重，无法刮取的部分采用 TG-MS 热重分析仪对凝胶电解质的质量进行辅助校准测试。

4) 高吸液聚合物平衡溶胀率测试

将经干燥的聚合物样品称重，得到聚合物的干重 W_d ；

20 将其在常温下于电解液中浸泡 24 h，然后从电解液中取出，用滤纸除去表面的电解液后进行称重，得到溶胀平衡后的聚合物的重量 W_s ；其中，电解液包括溶剂和锂盐；溶剂为 EC、EMC 和 DEC 按体积比 20:20:60 形成的混合溶剂；锂盐为 $LiPF_6$ ，浓度为 1 mol/L；

聚合物的平衡溶胀率通过下式计算得到： $Q=W_s/W_d$ 。

25 5) 质量能量密度 (GED) 测试

对电芯进行测重，记为 M ；

在 25 °C 下，以 1/3C 倍率电流恒流充电至 4.25 V，转为恒压充电，至电流降至 0.05C 倍率电流时停止充电，然后以 1/3C 倍率电流恒流放电至 2.5 V 时停止放电，记录放电能量值 ED ；

GED=ED/M, 单位为 Wh/kg。

以上各实施例和对比例的二次电池的参数和性能测试数据如表 1、表 2 和表 3 所示。

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
正 极 片	三元材料 X 值	0.92	0.9	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	活性材料涂布重量 (mg/cm ²)	30	30.5	25	35	40	30	30	30	30	30
	压实密度 (g/cm ³)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.7	3.8	3.5	3.5	3.5
	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	聚合物平衡溶胀率	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
负 极 片	硅基材料含量 (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	活性材	9	9	7.5	10.5	12	9	9	13	9	9

	料涂布重量 (mg/cm ²)										
	压实密度 (g/cm ³)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.8
	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	聚合物平衡溶胀率	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
电解质	电解质的量 (g/Ah)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	裸电芯外电解液 (g/Ah)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	凝胶电解质与电解液质量比	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1
隔离	聚合物涂布重	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

膜	量 (mg/cm ²)										
	聚合物 平衡溶 胀率	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	与正极 间距 (μm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	与负极 间距 (μm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
二 次 电 池	能量密 度 (Wh/kg)	410	407	400	417	408	414	409	402	405	412

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	三元材料 X 值	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	活性材料 涂布重量 (mg/cm ²)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	压实密度 (g/cm ³)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5

	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	0.5	/	/	/	/	/	/
	聚合物平衡溶胀率	/	/	/	200%	/	/	/	/	/	/
负极片	硅基材料含量 (%)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	活性材料涂布重量 (mg/cm ²)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	压实密度 (g/cm ³)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	0.5	/	/	/	/	/	/
	聚合物平衡溶胀率	/	/	/	200%	/	/	/	/	/	/
	电解质的量 (g/Ah)	0.9	1.4	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
电解质	裸电芯外电解液 (g/Ah)	0.05	0.05	0.1	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.1
	凝胶电解质与电解液质量比	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.2 5
隔	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	/	/	/	0.5	1	1.4	/

离膜	布重量 (mg/cm ²)										
	聚合物平衡溶胀率	/	/	/	/	/	/	200%	200%	200%	/
	与正极间距 (μm)	10	10	10	10	20	10	10	10	10	10
	与负极间距 (μm)	10	10	10	10	10	20	10	10	10	10
二次电池	能量密度 (Wh/kg)	432	404	407	412	411	411	411	412	410	408

表 3

项目		对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 4	对比例 5	对比例 6	对比例 7	对比例 8	对比例 9
正极片	三元材料 X 值	0.8	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	活性材料涂布重量 (mg/cm ²)	33	15	30	30	30	30	30	30	30
	压实密度 (g/cm ³)	3.5	3.5	3.1	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	聚合物平衡溶胀率	/	/	/	/	/	/	/	/	/
负极片	硅基材料含量 (%)	40	40	40	5	40	40	40	40	40
	活性材料涂布重量 (mg/cm ²)	9	4.5	9	18.6	15	9	9	9	9
	压实密度 (g/cm ³)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.0	1.7	1.7	1.7
	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	聚合物平衡溶胀率	/	/	/	/	/	/	/	/	/
电解质	电解质的量 (g/Ah)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	1.3	1.3
	裸电芯外电解液 (g/Ah)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.2	0.05
	凝胶电解质与电解液质量比	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.11	1:0.1 1	1:0.1 1	1:0.11	1:0.11	1:0
隔离膜	聚合物涂布重量 (mg/cm ²)	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	聚合物平	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	衡溶胀率									
	与正极间距 (μm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	与负极间距 (μm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
二次电池	能量密度 (Wh/kg)	367	377	385	340	394	379	390	395	392

由表中数据可知：

从对比例 1 和实施例 1、2 可以看出，正极材料中 Ni 含量较高时，有利于获得更高的能量密度。

从对比例 2 和实施例 1、3 至 5 可以看出，涂布重量在 35 mg/cm² 以下时，涂布重量越大，活性物质占电芯总重的比重越大，可以获得越高的重量能量密度，但涂布重量进一步增大时，厚电极的扩散阻抗恶化严重，电芯的容量发挥损失，使得重量能量密度不增反减。

从对比例 3 和实施例 6、7 可以看出，正极压密越大时，可以使相同壳体内填充更多层的活性物质，电芯的重量能量密度得以提升。但压密过大会使活性材料颗粒结构破坏，容量损失，故压密也不能过大。

从对比例 4 可以看出，负极中硅基材料的质量占比降低，重量能量密度下降。从对比例 5 和实施例 8 可以看出，相同的正极涂布重量下，若负极的涂布重量偏小，会出现负极析锂的问题，导致容量损失；当负极的涂布重量过大时，会有较多无效的负极活性材料，使重量能量密度降低，故负极涂布重量需在合适的范围内。

从对比例 6 和实施例 9、10 可以看出，负极压密越大时电芯的重量能量密度得以提升；但压密过大会使活性材料颗粒结构破坏，容量损失，故负极压密也不能过大，需要在合适的范围内。

从对比例 7 和实施例 11、12 可以看出，电芯的总电解质量越高，很多电解液会游离在裸电芯外部，对容量发挥没有帮助，降低重量能量密度。

总电解质量越低，重量能量密度越高，但电解质量过低会导致容量发挥损失。因此，电解质量也需控制在权要限定的范围。

从对比例 8 和实施例 1、13 可以看出，相同总电解质量下，裸电芯外游离的电解液越高，越不利于电芯容量的正常发挥，使得电芯的重量能量密度有所损失。

从实施例 1、14、17 至 19 中可以看出，在正负极表面或隔膜表面涂覆高吸液聚合物后，可以降低相同电解质量下裸电芯外部游离的电解液，从而降低容量损失，更有利于获得更高的重量能量密度。

从实施例 1、15、16 可以看出，适当调整正负极片和隔膜之间的间隙，也可以降低外部游离的电解液，获得更高的重量能量密度。

从对比例 9 和实施例 1、20 中可以看出，凝胶电解质结合适量的液态电解液可以改善电极浸润和容量发挥，获得更高的重量能量密度；但相同电解质总量下，液态电解液的比重越高，游离到裸电芯外无效的电解液会越多，从而不利于容量发挥。

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 书

1.一种二次电池，包括：

正极极片，所述正极极片具有正极活性材料，所述正极活性材料包括 $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{M}_z\text{O}_2$ ，其中 $0.2 \leq a \leq 1.2$ ， $0.85 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y < 0.15$ ， $x+y+z=1$ ，M 包括 Mn 和 Al 中的一种或多种；所述正极活性材料的涂布重量为 $19 \text{ mg/cm}^2 \sim 45 \text{ mg/cm}^2$ ，所述正极极片的压实密度为 $3.2 \text{ g/cm}^3 \sim 3.8 \text{ g/cm}^3$ ；

负极极片，所述负极极片具有负极活性材料，所述负极活性材料中硅基材料的质量分数为 $20\% \sim 100\%$ ，所述负极活性材料的涂布重量为 $5 \text{ mg/cm}^2 \sim 13 \text{ mg/cm}^2$ ，所述负极极片的压实密度为 $1.1 \text{ g/cm}^3 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$ ；及

电解质，所述二次电池中所述电解质的量为 $0.8 \text{ g/Ah} \sim 1.5 \text{ g/Ah}$ ，所述电解质包括电解液，所述二次电池中裸电芯外电解液的量 $\leq 0.1 \text{ g/Ah}$ 。

2.根据权利要求 1 所述的二次电池，其特征在于，所述正极极片和所述负极极片之间设有隔离膜，所述隔离膜的表面设有第一高吸液聚合物层，所述第一高吸液聚合物层中的高吸液聚合物的平衡溶胀率为 $150\% \sim 300\%$ 。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的二次电池，其特征在于，所述正极极片和/或所述负极极片表面设有第二高吸液聚合物层，所述第二高吸液聚合物层中的高吸液聚合物的平衡溶胀率为 $150\% \sim 300\%$ 。

4.根据权利要求 2 或 3 所述的二次电池，其特征在于，所述高吸液聚合物的涂布重量为 $0.1 \text{ mg/cm}^2 \sim 1.4 \text{ mg/cm}^2$ ；

可选地，所述高吸液聚合物的涂布重量为 $0.1 \text{ mg/cm}^2 \sim 1.0 \text{ mg/cm}^2$ 。

5.根据权利要求 2 至 4 中任一项所述的二次电池，其特征在于，所述高吸液聚合物包括聚丙烯酸酯类电解质、聚醚类电解质、聚碳酸酯类电解质、聚羧酸酯类电解质、硅基类电解质、聚硫醇类电解质、马来酸酐类电解质和聚硫酸酯类电解质中的一种或多种。

6.根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的二次电池，其特征在于，所述电解质还包括凝胶电解质，所述凝胶电解质和所述电解液的质量比为 $1: (0.05 \sim 0.4)$ ；

可选地，所述凝胶电解质和所述电解液的质量比为 $1: (0.05 \sim 0.25)$ 。

7.根据权利要求 6 所述的二次电池，其特征在于，形成所述凝胶电解质的单体包括甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸正丁酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸正辛酯、丙烯酸正辛酯、醋酸乙

烯酯、碳酸亚乙烯酯、碳酸乙烯亚乙酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二甲基丙烯酸酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸烯丙酯、二乙烯苯、聚乙烯醇和苯乙烯中的一种或多种。

8.根据权利要求 6 或 7 所述的二次电池，其特征在于，形成所述凝胶电解质的引发剂包括过硫酸盐、偶氮类引发剂和有机过氧类引发剂中的一种或多种。

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，所述正极活性材料的涂布重量为 $25 \text{ mg/cm}^2 \sim 35 \text{ mg/cm}^2$ 。

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，所述正极极片的压实密度为 $3.5 \text{ g/cm}^3 \sim 3.7 \text{ g/cm}^3$ 。

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，所述负极活性材料的涂布重量为 $7 \text{ mg/cm}^2 \sim 10.5 \text{ mg/cm}^2$ 。

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，所述负极极片的压实密度为 $1.6 \text{ g/cm}^3 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ 。

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，所述二次电池中所述电解质的量为 $0.9 \text{ g/Ah} \sim 1.4 \text{ g/Ah}$ 。

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，所述负极活性材料中硅基材料的质量分数为 $40\% \sim 100\%$ 。

15.一种用电装置，包括权利要求 1 至 14 中任一项所述的二次电池。

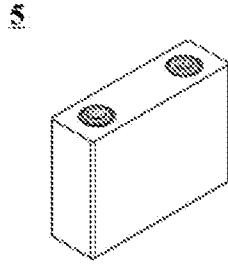


图 1

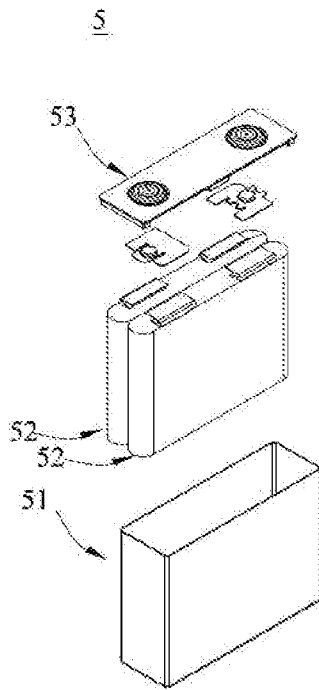


图 2

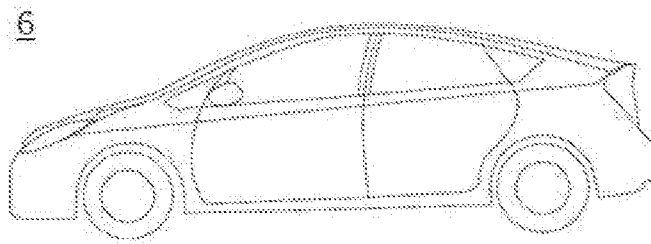


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/093164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M10/058(2010.01)i; H01M4/139(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)

CNBABS; CNTXT; DWPI; SIPOABS; USTXT; CNKI; IEEE: 正极, 高镍, 锂镍氧化物, Al, Co, Li, Mn, Ni, 压实密度, 涂布, 质量, 重量, 负极, 硅, 硅基, 电解质, 电解液, 电芯, 电芯外, 裸电芯, 裸芯, 游离, 能量密度, 吸液, 保液, 平衡溶胀, g/Ah, anode, positive, active material+, lithium, nickel, cobalt, manganese, oxide, negative, cathode, silicon based, compacted density, coat+, weight, electrolyte, core?, bare, free, energy density, liquid suction, liquid retention, swell+, balanc+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106602131 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 26 April 2017 (2017-04-26) description, paragraphs 12-29	1-15
A	CN 109546115 A (ANHUI ANKAI AUTOMOBILE CO., LTD.) 29 March 2019 (2019-03-29) entire document	1-15
A	CN 111052488 A (LG CHEM, LTD.) 21 April 2020 (2020-04-21) entire document	1-15
A	CN 112018438 A (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 December 2020 (2020-12-01) entire document	1-15
A	JP 2016072119 A (HITACHI MAXELL, LTD.) 09 May 2016 (2016-05-09) entire document	1-15
A	WO 2023004819 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 February 2023 (2023-02-02) description, paragraphs 3-38	1-15

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

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 December 2023

Date of mailing of the international search report

21 December 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/093164

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106602131	A	26 April 2017	CN	111416145	A	14 July 2020
				CN	111416145	B	25 February 2022

CN	109546115	A	29 March 2019	None			

CN	111052488	A	21 April 2020	KR	20190092283	A	07 August 2019
				KR	102301670	B1	14 September 2021
				US	2021075011	A1	11 March 2021
				US	11476459	B2	18 October 2022
				PL	3651254	T3	24 January 2022
				JP	2021501450	A	14 January 2021
				JP	7038967	B2	22 March 2022
				EP	3651254	A1	13 May 2020
				EP	3651254	A4	27 January 2021
				EP	3651254	B1	20 October 2021
				WO	2019151724	A1	08 August 2019
				IN	202017023705	A	11 September 2020
				IN	400278	B	01 July 2022
				CN	111052488	B	28 March 2023

CN	112018438	A	01 December 2020	CN	112018438	B	04 March 2022
				WO	2022041702	A1	03 March 2022
				EP	4106069	A1	21 December 2022
				KR	20230028455	A	28 February 2023
				IN	202327005185	A	14 April 2023
				JP	2023530380	W	18 July 2023

JP	2016072119	A	09 May 2016	None			

WO	2023004819	A1	02 February 2023	JP	2023538720	A	11 September 2023
				KR	20230021096	A	13 February 2023

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01M10/058(2010.01)i; H01M4/139(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>CNBABS;CNTXT;DWPI;SIPOABS;USTXT;CNKI;IEEE:正极,高镍,锂镍氧化物, Al, Co, Li, Mn, Ni, 压实密度, 涂布, 质量, 重量, 负极,硅,硅基,电解质,电解液,电芯,电芯外,裸电芯,裸芯,游离,能量密度,吸液, 保液, 平衡溶胀,g/Ah, anode, positive, active material+, lithium, nickel, cobalt, manganese, oxide, negative, cathode, silicon based, compacted density, coat+, weight, electrolyte, core?,bare, free, energy density, liquid suction, liquid retention, swell+, balanc+</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>A</td> <td>CN 106602131 A (宁德新能源科技有限公司) 2017年4月26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第12-29段</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109546115 A (安徽安凯汽车股份有限公司) 2019年3月29日 (2019 - 03 - 29) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111052488 A (株式会社LG化学) 2020年4月21日 (2020 - 04 - 21) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112018438 A (蜂巢能源科技有限公司) 2020年12月1日 (2020 - 12 - 01) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016072119 A (HITACHI MAXELL) 2016年5月9日 (2016 - 05 - 09) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2023004819 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO LTD) 2023年2月2日 (2023 - 02 - 02) 说明书第3-38段</td> <td>1-15</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	A	CN 106602131 A (宁德新能源科技有限公司) 2017年4月26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第12-29段	1-15	A	CN 109546115 A (安徽安凯汽车股份有限公司) 2019年3月29日 (2019 - 03 - 29) 全文	1-15	A	CN 111052488 A (株式会社LG化学) 2020年4月21日 (2020 - 04 - 21) 全文	1-15	A	CN 112018438 A (蜂巢能源科技有限公司) 2020年12月1日 (2020 - 12 - 01) 全文	1-15	A	JP 2016072119 A (HITACHI MAXELL) 2016年5月9日 (2016 - 05 - 09) 全文	1-15	A	WO 2023004819 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO LTD) 2023年2月2日 (2023 - 02 - 02) 说明书第3-38段	1-15
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 106602131 A (宁德新能源科技有限公司) 2017年4月26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第12-29段	1-15																					
A	CN 109546115 A (安徽安凯汽车股份有限公司) 2019年3月29日 (2019 - 03 - 29) 全文	1-15																					
A	CN 111052488 A (株式会社LG化学) 2020年4月21日 (2020 - 04 - 21) 全文	1-15																					
A	CN 112018438 A (蜂巢能源科技有限公司) 2020年12月1日 (2020 - 12 - 01) 全文	1-15																					
A	JP 2016072119 A (HITACHI MAXELL) 2016年5月9日 (2016 - 05 - 09) 全文	1-15																					
A	WO 2023004819 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO LTD) 2023年2月2日 (2023 - 02 - 02) 说明书第3-38段	1-15																					
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2023年12月11日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2023年12月21日</p>																						
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p>	<p>授权官员</p> <p>牟育慧</p> <p>电话号码 (+86) 027-59371788</p>																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/093164

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	106602131	A	2017年4月26日	CN	111416145	A	2020年7月14日
				CN	111416145	B	2022年2月25日
-----				-----			
CN	109546115	A	2019年3月29日	无			
-----				-----			
CN	111052488	A	2020年4月21日	KR	20190092283	A	2019年8月7日
				KR	102301670	B1	2021年9月14日
				US	2021075011	A1	2021年3月11日
				US	11476459	B2	2022年10月18日
				PL	3651254	T3	2022年1月24日
				JP	2021501450	A	2021年1月14日
				JP	7038967	B2	2022年3月22日
				EP	3651254	A1	2020年5月13日
				EP	3651254	A4	2021年1月27日
				EP	3651254	B1	2021年10月20日
				WO	2019151724	A1	2019年8月8日
				IN	202017023705	A	2020年9月11日
				IN	400278	B	2022年7月1日
				CN	111052488	B	2023年3月28日
-----				-----			
CN	112018438	A	2020年12月1日	CN	112018438	B	2022年3月4日
				WO	2022041702	A1	2022年3月3日
				EP	4106069	A1	2022年12月21日
				KR	20230028455	A	2023年2月28日
				IN	202327005185	A	2023年4月14日
				JP	2023530380	W	2023年7月18日
-----				-----			
JP	2016072119	A	2016年5月9日	无			
-----				-----			
WO	2023004819	A1	2023年2月2日	JP	2023538720	A	2023年9月11日
				KR	20230021096	A	2023年2月13日
-----				-----			