

(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26日 (26.09.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/192568 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01M 10/0525 (2010.01) H01M 10/54 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/082195
- (22) 国际申请日: 2023年3月17日 (17.03.2023)
- (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: 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)。
- (74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区北清路81号院二区3号楼8层801-1室, Beijing 100094 (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 CELL, BATTERY, AND ELECTRIC DEVICE

(54) 发明名称: 电池单体、电池和用电装置

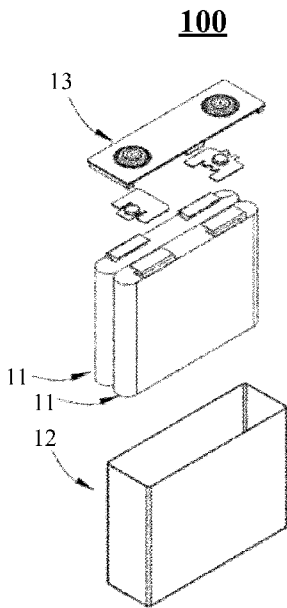


图 1

$$(aa) \frac{V}{CAP} \geq \frac{200}{(C_0 \times \rho_0)}$$

(57) Abstract: Embodiments of the present application provide a battery cell, a battery, and an electric device. The battery cell comprises: an electrode assembly; an electrolyte; and a housing for accommodating the electrode assembly and the electrolyte. The battery cell satisfies (aa), wherein V represents the remaining volume, in the unit of mL, in the housing when the battery cell is in a fully-discharged state; CAP represents the nominal capacity, in the unit of Ah, of the battery cell; C₀ represents the theoretical specific capacity, in the unit of mAh/g, of corresponding alkali metal in the battery cell; and ρ₀ represents the theoretical density, in the unit of g/cm³, of the corresponding alkali metal in the battery cell. The technical solution of the present application can avoid electrolyte leakage caused by an electrolyte being squeezed out due to excessive changes in an electrode assembly, and thus improves the safety of a battery.

(57) 摘要: 本申请实施例提供一种电池单体、电池和用电装置。该电池单体包括: 电极组件; 电解质; 壳体, 用于容纳电极组件和电解质; 电池单体满足: (aa), 其中, V为电池单体在满放状态下, 壳体内部的剩余体积, 单位: mL; CAP为电池单体的标称容量, 单位: Ah; C₀为电池单体中对应碱金属的理论比容量, 单位: mAh/g; ρ₀为电池单体中对应碱金属的理论密度, 单位: g/cm³。本申请的技术方案可以避免电解质因电极组件变化过大而被挤出造成电解质的泄漏, 进而提高电池的安全性能。

WO 2024/192568 A1

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

电池单体、电池和用电装置

5 技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术领域，特别是涉及一种电池单体、电池和用电装置。

背景技术

10 [0002] 近年来，锂电池的应用领域越来越广泛，例如电力、水力、火力发电和太阳能电站等储能电源系统，以及电动自行车、电动摩托车、电动汽车、军事装备、航天航空等多个领域。在锂电池取得极大发展的同时，对其安全性能等方面也提出了更高的要求。

[0003] 因此，如何提高电池的安全性能，是一个亟需解决的问题。

15

发明内容

[0004] 本申请是鉴于上述课题而进行的，其目的是提供了一种电池单体、电池和用电装置，可以提高电池的安全性能。

[0005] 本申请的第一方面提供了一种电池单体，包括：电极组件；电解质；壳体，用于容纳所述电极组件和所述电解质；所述电池单体满足：

20 $\frac{V}{CAP} \geq \frac{200}{(C_0 \times \rho_0)}$ ，其中， V 为所述电池单体在满放状态下，所述壳体内的剩余体积，单位：mL； CAP 为所述电池单体的标称容量，单位：Ah； C_0 为所述电池单体中对应碱金属的理论比容量，单位：mAh/g； ρ_0 为所述电池单体中对应碱金属的理论密度，单位：g/cm³。

25 [0006] 本申请实施例中，电池单体包括电极组件、电解质和壳体。壳体

内剩余体积与电池单体标称容量的比值不小于 200 与电池单体中对应碱金属的理论比容量和理论密度的比值。通过将壳体内部的剩余体积、电池单体的标称容量以及电池单体中对应碱金属的理论比容量和理论密度之间通过关系式建立联系，这样在制造电池单体时，就可以给电池单体内部留有足够的空间，以应对电极组件在充放电过程中的体积变化，避免因电极组件变化过大所导致的电解质挤出而造成电解质的泄漏，从而提升电池单体的安全性能。

[0007] 在一些可能的实施方式中，所述电池单体满足：
$$\frac{V}{CAP} \leq \frac{4000}{(C_0 \times \rho_0)}$$

[0008] 本申请实施例中，为了给电极组件足够的空间，使壳体内剩余体积与电池单体标称容量的比值不小于 200 与电池单体中对应碱金属的理论比容量和理论密度的比值，但是若电池壳体体积过大，则会影响电池的体积能量密度。通过壳体内剩余体积与电池单体标称容量的比值不大于 4000 与电池单体中对应碱金属的理论比容量和理论密度的比值，有利于在提升电池单体安全性能的同时，还能保证电池单体较高的体积能量密度。

[0009] 在一些可能的实施方式中，所述电池单体至少还满足以下条件之一：（1） CAP 不小于 1 Ah，可选地， $1 \text{ Ah} \leq CAP \leq 300 \text{ Ah}$ ；（2） $500 \text{ mAh/g} \leq C_0 \leq 3700 \text{ mAh/g}$ ；（3） $0.5 \text{ g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 3.0 \text{ g/cm}^3$ ；（4）所述电池单体的体积能量密度 VED 满足： $100 \text{ Wh/L} \leq VED \leq 600 \text{ Wh/L}$ 。

[0010] 本申请实施例中，通过使电池单体的 CAP 、 C_0 、 ρ_0 和 VED 满足以上要求，可保证电池良好的性能。

[0011] 在一些可能的实施方式中，在所述电池单体为锂电池单体的情况下，所述锂电池单体至少任意满足以下条件之一：（1） $1500 \text{ mAh/g} \leq C_0 \leq 3700 \text{ mAh/g}$ ；（2） $0.5 \text{ g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 2.0 \text{ g/cm}^3$ ；（3）所述锂电池单体为锂金属电池单体；（4）所述锂离子电池单体的体积能量密度 VED 满足： $100 \text{ Wh/L} \leq VED \leq 900 \text{ Wh/L}$ 。

[0012] 本申请实施例中，通过使电池单体的 CAP 、 C_0 、 ρ_0 和 VED 满足以上要求，可保证电池良好的性能。

[0013] 在一些可能的实施方式中，在所述电池单体为锂电池单体的情况下， V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值为 2-20 mL/Ah，可选地，为 2-10mL/Ah。

5 [0014] 本申请实施例中，在电池单体为锂电池单体的情况下，通过使 V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值保持在 2-20 mL/Ah，特别是 2-10mL/Ah，有利于在提升电池单体安全性能的同时，还能保证电池单体较高的体积能量密度。

[0015] 在一些可能的实施方式中，在所述电池单体为钠电池单体的情况下，
10 下，所述钠电池单体至少还满足以下条件之一：（1） $400 \text{ mAh/g} \leq C_0 \leq 1200 \text{ mAh/g}$ ；（2） $0.8 \text{ g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 3.5 \text{ g/cm}^3$ ；（3）所述钠电池单体为钠金属电池单体；（4）所述钠电池单体的体积能量密度 VED 满足： $150 \text{ Wh/L} \leq VED \leq 300 \text{ Wh/L}$ 。

[0016] 本申请实施例中，通过使电池单体的 CAP 、 C_0 、 ρ_0 和 VED 满足
15 以上要求，可保证电池良好的性能。

[0017] 在一些可能的实施方式中，在所述电池单体为钠电池单体的情况下， V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值为 2-30 mL/Ah，可选地，为 2-13mL/Ah。

[0018] 本申请实施例中，在电池单体为钠电池的情况下，通过使
20 V/CAP 与 V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值保持在 2-30 mL/Ah，特别是 2-13mL/Ah，有利于在提升电池单体安全性能的同时，还能保证电池单体较高的体积能量密度。

[0019] 在一些可能的实施方式中，所述电极组件包括负极极片；所述负极极片包括碱金属。

[0020] 本申请实施例中，通过使电池单体包括碱金属的负极极片，可以
25 使本申请的技术方案也适用于碱金属负极的电池单体。

[0021] 本申请的第二方面提供了一种电池，包括本申请第一方面中任一项实施例所述的电池单体。

[0022] 本申请的第三方面提供了一种用电装置，包括本申请第二方面所述的电池。

5

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据附图获得其他的附图。

10

[0024] 图 1 是本申请一实施方式的电池单体的结构示意图；

[0025] 图 2 是本申请一实施方式的电池单体的示意图；

[0026] 图 3 是本申请一实施方式的电池的结构示意图；

[0027] 图 4 是本申请一实施方式的用电装置的结构示意图。

15

具体实施方式

[0028] 以下，适当地参照附图详细说明了本申请的电池单体、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书的情况。例如，有省略对公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。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。

20

[0029] 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定范围的边界。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

25

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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 本申请中使用的术语“以上”、“以下”、“大于”或“小于”包含本数，例如“至少一种”是指一种或多种，“A 和 B 中的至少一种”是指“A”、“B”或“A 和 B”。

[0035] 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)。

[0036] 碱金属电池，例如锂、钠电池，由于具有较高的能量密度、较高的功率密度和较长的循环寿命等优点，被广泛地应用在消费类电子产品中。

5 近年来，随着电动汽车和储能系统的不断发展，人们对碱金属电池的安全性能也在不断提高。

[0037] 对于现有的碱金属电池来说，电池内部的电极组件会因电池不断地充放电而出现体积膨胀。当电极组件的体积变化率过大时，壳体内部有限地空间无法容纳电解质，那么电池内部的电解质有可能被挤出。当电极
10 组件的体积变化率达到一定程度时，电解液有可能会以较大的压力冲出电池，从而对电池的安全性能造成一定的威胁。因此，如何开发具有高安全性能的大规模储能系统显得尤为重要。

[0038] 以下参照附图对本申请的电池单体、电池和用电装置进行说明。

[0039] 本申请的电池单体可以为锂离子电池、锂金属电池、钠离子电池
15 等，本申请对电池的种类不做限定，以下以锂离子电池为例进行说明。

[0040] [电池单体]

[0041] 本申请的第一方面提供了一种电池单体 100。图 1 是本申请一实施方式的电池单体的结构示意图，如图 1 所示，该电池单体 100 包括电极组件 11；电解质；壳体 12，用于容纳电极组件 11 和电解质，电池单体
20 100 满足： $\frac{V}{CAP} \geq \frac{200}{(C_0 \times \rho_0)}$ ，其中，V 为电池单体 100 在满放状态下，壳体 12 内的剩余体积，单位：mL；CAP 为电池单体 100 的标称容量，单位：Ah； C_0 为电池单体 100 中对应碱金属的理论比容量，单位：mAh/g； ρ_0 为电池单体 100 中对应碱金属的理论密度，单位：g/cm³。

[0042] 经研究发现，通过使电池单体 100 的 V、CAP 的比值不小于 200
25 与电池单体 100 中对应碱金属的理论比容量和理论密度的比值，可以使壳体内留有足够的空间应对电极组件 11 的体积变化率，降低电解质以较大的压力被挤出壳体 12 的概率，从而提高电池单体 100 的安全性能。

[0043] 通过将壳体 12 内的剩余体积、电池单体 100 的标称容量以及电池单体 100 中对应碱金属的理论比容量和理论密度之间以关系式的形式建立联系，这样可以在制造电池单体 100 时，给电池单体 100 内部留有足够的空间，以应对电极组件 11 在充放电过程中的体积变化，避免因电极组
5 件 11 变化过大而导致的电解质被挤出而造成电解质的泄漏，从而提升电池单体 100 的安全性能；同时，以体积和标称容量的比值表示关系式，可以让该关系式具有通用性和归一性。

[0044] 此处需要说明的是， V 为电池单体 100 在满放状态下，壳体 12 内的剩余体积，即，电池单体 100 在满放状态下，壳体 12 内除去机械件、
10 电极组件 12 和电解质等所有物质后的剩余体积。其中，机械件包括但不限于连接片、安全结构件等。其中，所述满放状态是指电池以 0.04C 的电流密度进行放电，直至电池容量小于等于 1%的标称容量。

[0045] 电池单体 100 的标称容量是指电池单体 100 在满电状态下，以
15 0.33C 恒流恒压放电到终止电压时所能输出的所有电流量与放电时间的乘积。

[0046] 另外， C_0 为电池单体 100 中对应碱金属的理论比容量。即，若电池单体 100 为钠离子电池，其对应的碱金属即为金属钠，则 C_0 为 1166mAh/g；若电池单体 100 为锂离子电池，其对应的碱金属即为金属锂，则 C_0 为 3860 mAh/g。 ρ_0 与 C_0 的确定方法相同，故此处不再赘述。

20 [0047] 另外， $\frac{200}{(C_0 \times \rho_0)}$ 是由 $\frac{1000}{(C_0 \times \rho_0 \times 5)}$ 变形得到，此处的 1000 是 C_0 和 CAP 之间的单位转换关系。

[0048] 在一些实施例中，电池单体 100 满足： $\frac{V}{CAP} \leq \frac{4000}{(C_0 \times \rho_0)}$ 。

[0049] 上述方案中，为了给电极组件 11 足够的空间，使壳体 12 内剩余
25 体积与电池单体 100 标称容量的比值不小于 200 与电池单体 100 中对应碱金属的理论比容量和理论密度的比值，但是若电池壳体体积过大，则会影响电池的体积能量密度。通过壳体内剩余体积与电池单体标称容量的比值

不大于 4000 与电池单体中对应碱金属的理论比容量和理论密度的比值，有利于在提升电池单体安全性能的同时，还能保证电池单体较高的体积能量密度。

[0050] 在一些实施方式中，在一些可能的实施方式中，所述电池单体至少还满足以下条件之一：（1） CAP 不小于 1 Ah，可选地， $1 \text{ Ah} \leq CAP \leq 300 \text{ Ah}$ ；（2） $500 \text{ mAh/g} \leq C_0 \leq 3700 \text{ mAh/g}$ ；（3） $0.5 \text{ g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 3.0 \text{ g/cm}^3$ ；（4）所述电池单体的体积能量密度 VED 满足： $100 \text{ Wh/L} \leq VED \leq 600 \text{ Wh/L}$ 。

[0051] 上述方案中，通过使电池单体的 CAP 、 C_0 、 ρ_0 和 VED 满足以上要求，可保证电池良好的性能。

10 [0052] 例如，Li 的 C_0 为 3680 mAh/g、Na 的 C_0 为 1165 mAh/g、K 的 C_0 为 687 mAh/g。

[0053] 又例如，Li 的 ρ_0 为 0.534 g/cm^3 、Na 的 ρ_0 为 0.97 g/cm^3 、K 的 ρ_0 为 0.86 g/cm^3 。

[0054] 在一些实施方式中，在电池单体 100 为锂电池单体的情况下，锂电池单体 100 至少任意满足以下条件之一：（1） $1500 \text{ mAh/g} \leq C_0 \leq 3700 \text{ mAh/g}$ ；（2） $0.5 \text{ g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 2.0 \text{ g/cm}^3$ ；（3）所述锂电池单体为锂金属电池单体；（4）所述锂电池单体的体积能量密度 VED 满足： $100 \text{ Wh/L} \leq VED \leq 900 \text{ Wh/L}$ 。

[0055] 上述方案中，通过使电池单体 100 的 CAP 、 C_0 、 ρ_0 和 VED 满足以上要求，可保证电池良好的性能。

[0056] 在一些实施方式中，在电池单体为锂电池单体的情况下， V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值为 2-20 mL/Ah，可选地，为 2-10 mL/Ah。

[0057] 上述方案中，在电池单体 100 为锂电池的情况下，通过使 V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值保持在 2-20 mL/Ah，特别是 2-10 mL/Ah，有利于在提升电池单体安全性能的同时，还能保证电池单体较高的体积能量密度。

[0058] 在一些实施方式中，在电池单体 100 为钠电池单体的情况下，钠电池单体至少还满足以下条件之一：（1） $400 \text{ mAh/g} \leq C_0 \leq 1200 \text{ mAh/g}$ ；

(2) $0.8 \text{ g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 3.5 \text{ g/cm}^3$; (3) 钠电池单体为钠金属电池单体; (4) 钠电池单体的体积能量密度 VED 满足: $150 \text{ Wh/L} \leq VED \leq 300 \text{ Wh/L}$ 。

[0059] 上述方案中, 通过使电池单体的 CAP 、 C_0 、 ρ_0 和 VED 满足以上要求, 可保证电池具有较高的能量密度。

5 [0060] 在一些实施方式中, 在电池单体 100 为钠电池单体的情况下, V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值为 2-30 mL/Ah, 可选地, 为 2-13mL/Ah。

[0061] 上述方案中, 在电池单体 100 为钠电池单体的情况下, 通过使 V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值保持在 2-30 mL/Ah, 特别是 2-13mL/Ah, 有利于在提升电池单体安全性能的同时, 还能保证电池单体较高的体积能量密
10 度。

[0062] 在一些实施方式中, 电极组件 11 包括负极极片, 负极极片包括碱金属。

[0063] 负极极片包括碱金属, 可以为未充电时就已经含有碱金属, 或者充电时碱金属再存在于负极极片。也就是说, 负极极片中可以直接含有碱
15 金属层, 或者是在电池单体 100 循环过程中, 碱金属层在负极极片表面上沉积。

[0064] 上述方案中, 通过使电池单体包括为碱金属的负极极片, 可以使本申请的技术方案也适用于碱金属负极的电池单体。

[0065] 另外, 碱金属类型的确定可以根据正极活性材料可逆工作的离子
20 类型进行确定。

[0066] [正极极片]

[0067] 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, 所述正极膜层包括正极活性材料。

[0068] 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,
25 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。

[0069] 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（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

5 材）上而形成。

[0070] 在一些实施方式中，正极活性材料可采用本领域公知的用于电池的正极活性材料。作为示例，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

10 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 ）、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 NCM333））、

15 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM523）、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM211）、 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM622）、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM811）、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

20 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。

[0071] 在一些实施方式中，正极活性材料也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。但本申

25 请并不限于这些材料，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。

[0072] 在一些实施方式中，钠过渡金属氧化物中，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。钠过渡金属氧化物例如为 Na_xMO_2 ，其中 M 为包括 Ti、V、Mn、Co、Ni、Fe、Cr 及 Cu 中的一种或几种， $0 < x \leq 1$ 。

5 [0073] 在一些实施方式中，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 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。

[0074] 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
10 型 $(\text{YO}_4)^n$ 阴离子单元及卤素阴离子的一类化合物。过渡金属可以包括是 Mn、Fe、Ni、Co、Cr、Cu、Ti、Zn、V、Zr 及 Ce 中的至少一种；Y 可以包括是 P、S 及 Si 中的至少一种，n 表示 $(\text{YO}_4)^n$ 的价态；卤素可以包括是 F、Cl 及 Br 中的至少一种。

[0075] 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
15 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 包括可以是 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，包括可以是 Mn、Fe、Ni、Co、Cr、Cu、Ti、Zn、V、Zr 及 Ce 中的至少一种，m 表示 $(\text{ZO}_y)^{m+}$ 的价态；卤素包括可以是 F、Cl 及 Br 中的至少一种。

[0076] 聚阴离子型化合物例如是 NaFePO_4 、 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ （磷酸钒钠，简称 NVP）、 $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ 、 $\text{NaM}'\text{PO}_4\text{F}$ （M' 包括为 V、Fe、Mn 及 Ni 中的一种或几种）及 $\text{Na}_3(\text{VO}_y)_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_{3-2y}$ （ $0 \leq y \leq 1$ ）中的至少一种。

[0077] 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
25 (CN^-) 的一类化合物。过渡金属包括可以是 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 $\text{Na}_a\text{Me}_b\text{Me}'_c(\text{CN})_6$ ，其中 Me 及 Me' 各自独立地包括为 Ni、Cu、Fe、Mn、Co 及 Zn 中的至少一种， $0 < a \leq 2$ ， $0 < b < 1$ ， $0 < c < 1$ 。

[0078] 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。

[0079] 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，
5 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。

[0080] 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
10 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。

[0081] 本申请的正极极片并不排除了正极膜层之外的其他附加功能层。例如，在一些实施方式中，本申请的正极极片还包括夹在正极集流体和正极膜层之间、设置于正极集流体表面的导电底涂层（例如由导电剂和粘结剂组成）。在另外一些实施方式中，本申请的正极极片还包括覆盖在正极
15 膜层表面的保护层。

[0082] [负极极片]

[0083] 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。

[0084] 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，
20 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。

[0085] 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（铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）
25 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，又或者支撑能力与功能元素合并集流体，如

碳布，碳膜，碳质，多孔集流体，合金化改性集流体，亲锂/钠性改性集流体。

[0086] 在一些实施例方式中，负极极片可以为金属箔压延或表面包覆惰性层金属粉末涂敷在集流体上；可以为涂敷功能涂层负极，如碳材料涂层（包含单臂，多臂导电碳管，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，软碳及硬碳等等），亲锂/亲钠金属复合涂层等。

[0087] 在一些实施方式中，该负极极片为碱金属负极。该碱金属负极，可以是在集流体表面提前设置一个碱金属层，也可以是一个负极集流体，在充放电过程中，在负极集流体表面会生成碱金属层。本申请对此不做限定。

[0088] 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。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。但本申请并不限定于这些材料，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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] 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
5 负极集流体上，经烘干、冷压等工序后，即可得到负极极片。

[0093] [电解质]

[0094] 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 [0095] 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。

[0096] 在一些实施方式中，在一些实施方式中，作为示例，电解质盐可以是锂盐，上述锂盐包括六氟磷酸锂（ 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 ， $\text{LiN}(\text{FSO}_2)_2$ ）、双三氟甲烷磺酰亚胺锂（ $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ）、三氟甲烷磺酸锂（ $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ ）、二氟磷酸锂（ LiPO_2F_2 ）、二氟草酸硼酸锂（ LiDFOB ， $\text{LiBC}_2\text{O}_4\text{F}_2$ ）、二草酸硼酸锂（ LiBOB ， $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ ）、二氟二草酸磷酸锂（ LiDODFP ， $\text{Li}(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{PF}_2$ ）及四氟草酸磷酸锂（ LiOTFP ， $\text{LiC}_2\text{O}_4\text{PF}_4$ ）中的至少一种。
15

20 [0097] 在一些实施方式中，作为示例，电解质盐所述也可以是钠盐，上述钠盐包括但不限于是 NaPF_6 、 NaClO_4 、 NaBCl_4 、 NaSO_3CF_3 及 $\text{Na}(\text{CH}_3)\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3$ 中的至少一种。上述钠盐可以单独使用一种，也可以同时使用两种或两种以上。

[0098] 在一些实施方式中，作为示例，所述有机溶剂包括但不限于碳酸亚乙酯（EC）、碳酸亚丙酯（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）、氟代碳酸亚乙酯
25

(FEC)、甲酸甲酯(MF)、乙酸甲酯(MA)、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)中的至少一种。上述
5 有机溶剂可以单独使用一种,也可以同时使用两种或两种以上。可选地,上述有机溶剂同时使用两种或两种以上。

[0099] 在一些实施方式中,所述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。

10 [00100] 在一些实施方式中,作为示例,所述添加剂包括但不限于氟代碳酸乙烯酯(FEC)、碳酸亚乙烯酯(VC)、乙烯基碳酸乙烯酯(VEC)、硫酸乙烯酯(DTD)、硫酸丙烯酯、亚硫酸乙烯酯(ES)、1,3-丙磺酸内酯(PS)、1,3-丙烯磺酸内酯(PST)、磺酸酯环状季铵盐、丁二酸酐、丁二腈(SN)、己二腈(AND)、三(三甲基硅烷)磷酸酯(TMSP)、
15 三(三甲基硅烷)硼酸酯(TMSB)中的至少一种。

[00101] 电解液可以按照本领域常规的方法制备。例如,可以将有机溶剂、钠电解质盐、可选的添加剂混合均匀,得到电解液。各物料的添加顺序并没有特别的限制,例如,将电解质钠盐、可选的添加剂加入到有机溶剂中混合均匀,得到电解液;或者,先将电解质钠盐加入有机溶剂中,然后再
20 将可选的添加剂加入有机溶剂中混合均匀,得到电解液。

[00102] [隔离膜]

[00103] 在一些实施方式中,二次电池中还包括隔离膜。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。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
25 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。

[00104] 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。

[00105] 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 12。

5 [00106] 在一些实施方式中，电池单体 100 可包括外包装。该外包装可用于封装上述电极组件 12 及电解质。

[00107] 在一些实施方式中，电池单体 100 的外包装可以使硬壳，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
10 醇酯以及聚丁二酸丁二醇酯等。

[00108] 本申请对电池单体 100 的形状没有特别的限制，其可以是圆柱形、方形或者任意的形状。例如，图 2 是本申请一实施方式的电池单体的示意图。

[00109] 请继续参照图 1，在一些实施例中，外包装可包括壳体 12 和盖
15 板 13。其中，壳体 12 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 12 具有与容纳腔连通的开口，盖板 13 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 11。电极组件 11 封装于所述容纳腔内。电池单体 100 所含电极组件 11 的数量可以为一个或多个，本领域技术人员可根据
20 具体实际需求进行选择。

[00110] 图 3 是本申请一实施方式的电池 300 的结构示意图。如图 3 所示，在电池 300 中，多个电池单体 100 可以是沿电池 300 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电池单体 100 进行固定。

25 [00111] 请继续参照图 3，在电池 300 中可以包括电池箱和设置于电池箱中的多个电池单体 100。电池箱包括上箱体 301 和下箱体 302，上箱体 301 能够盖设于下箱体 302，并形成用于容纳电池单体 100 的封闭空间。多个

电池单体 100 可以按照任意的方式排布于电池箱中。

[00112] 在一些实施方式中，电池单体 100 可以可先组装成电池模块，电池模块所含电池单体 100 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。

5 [00113] 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电池单体、或电池中的至少一种。电池单体或电池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。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
10 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。

[00114] 例如，图 4 是本申请一实施方式的车辆的结构示意图。如图 4 所示，车辆 1 可以为燃油汽车、燃气汽车或新能源汽车，新能源汽车可以是纯电动汽车、混合动力汽车或增程式汽车等。车辆 1 的内部可以设置马达
15 400，控制器 600 以及电池 300，控制器 600 用来控制电池 300 为马达 400 的供电。例如，在车辆 1 的底部或车头或车尾可以设置电池 300。电池 300 可以用于车辆 1 的供电，例如，电池 300 可以作为车辆 1 的操作电源，用于车辆 1 的电路系统，例如，用于车辆 1 的启动、导航和运行时的工作用电需求。在本申请的另一实施例中，电池 300 不仅仅可以作为车辆 1 的
20 操作电源，还可以作为车辆 1 的驱动电源，替代或部分地替代燃油或天然气为车辆 1 提供驱动动力。

[00115] 作为所述用电装置，可以根据其使用需求来选择电池单体或电池。

[00116] 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电池的高功率和高能量密度的需求，可以
25 采用电池单体或电池。

[00117] 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，可以采用电池单体作为电源。

[00118] [实施例]

[00119] 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。

[00120] 1. 锂离子电池的制备

[00121] [实施例 1]

[00122] 1.1) .正极的制备：将 LiFePO_4 (LFP)、导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏二氟乙烯 (PVDF) 按重量比为 97%:1%:2%溶于溶剂 N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 中，充分搅拌混合均匀后制备成正极浆料；将正极浆料均匀涂覆在正极集流体铝箔上，之后经过烘干、冷压、分切，得到正极极片。

[00123] 1.2) .负极的制备：将活性物质人造石墨、导电剂乙炔黑、粘结剂丁苯橡胶(SBR)、增稠剂羧甲基纤维素钠 (CMC) 按照重量比为 97.5%:0.7%: 1.8%: 1%的重量比在适量的去离子水溶剂体系中充分搅拌混合均匀后，涂覆于 Cu 箔上烘干、冷压，得到负极极片。

[00124] 1.3) .电解液：将碳酸乙烯酯 (EC)、碳酸甲乙酯 (EMC) 按照质量比为 30%: 70%的质量比混合，并溶解于 1M LiPF_6 的锂盐中。

[00125] 1.4) .隔膜：采用 20 μm 的 PE 多孔聚合薄膜。

[00126] 1.5) .装配：将正极极片、隔离膜、负极极片按顺序叠好，使隔膜处于正负极中间起到隔离的作用，卷绕得到电极组件，将电极组件置于设计好的壳体内，并在壳体内添加电解液。随后在 100°C、250 MPa 下热压 2 min 得到锂离子电池。其中，该锂离子电池的 V 为 159 mL， CAP 为 215 Ah， V/CAP 为 0.740mL/Ah。

[00127] [实施例 2]

[00128] 实施例 2 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于 V 为 218 mL， CAP 为 203 Ah， V/CAP 为 1.074mL/Ah。

[00129] [实施例 3]

[00130] 实施例 3 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于 V 为 286.46 mL， CAP 为 195 Ah， V/CAP 为 1.469mL/Ah。

[00131] [实施例 4]

5 [00132] 实施例 4 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于 V 为 333 mL， CAP 为 185 Ah， V/CAP 为 1.800mL/Ah。

[00133] [实施例 5]

[00134] 实施例 5 的锂离子电池的制备方法与实施例 4 基本相同，不同点在于体积 V 为 183.61 mL， V/CAP 为 0.992mL/Ah。

10 [00135] [实施例 6]

[00136] 实施例 6 的锂离子电池的制备方法与实施例 4 基本相同，不同点在于体积 V 为 149 mL， V/CAP 为 0.805mL/Ah。

[00137] [实施例 7]

[00138] 实施例 7 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点
15 在于体积 V 为 138.25 mL， V/CAP 为 0.643mL/Ah。

[00139] [实施例 8]

[00140] 实施例 8 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于体积 V 为 184 mL， V/CAP 为 0.856mL/Ah。

[00141] [实施例 9]

20 [00142] 实施例 9 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于体积 V 为 300 mL， CAP 为 295 Ah， V/CAP 为 1.017mL/Ah。

[00143] [实施例 10]

[00144] 实施例 10 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于体积 V 为 308 mL， CAP 为 312 Ah， V/CAP 为 0.987mL/Ah。

25 [00145] [实施例 11]

[00146] 实施例 11 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于体积 V 为 114.03 mL， V/CAP 为 0.530 mL/Ah。

[00147] [实施例 12]

[00148] 实施例 12 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于体积 V 为 126.06 mL， CAP 为 286.5 Ah， V/CAP 为 0.440 mL/Ah。

[00149] [实施例 13]

- 5 [00150] 实施例 13 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于体积 V 为 305.20 mL， CAP 为 145 Ah， V/CAP 为 2.105 mL/Ah。

[00151] [实施例 14]

[00152] 实施例 14 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于体积 V 为 355.40 mL， CAP 为 132.6 Ah， V/CAP 为 2.680 mL/Ah。

- 10 [00153] [实施例 15]

[00154] 实施例 15 的钠离子电池的制备方法与实施例 10 基本相同，不同点在于：（1）正极的制备：将活性物质磷酸钒钠（ $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ）、导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏二氟乙烯（PVDF）按重量比为 97%:1%:2%溶于溶剂 N-甲基吡咯烷酮（NMP）中，充分搅拌混合均匀后制备成正极活性材料；将正极活性材料均匀涂覆在正极集流体铝箔上，之后经过烘干、冷压、分切，得到正极极片；（2）电解液：将碳酸乙烯酯（EC）、碳酸甲乙酯（EMC）按照质量比为 30%:70%的质量比混合，并溶解于 1M NaPF_6 的钠盐中；（3） V 为 217.04 mL， CAP 为 116 Ah， V/CAP 为 1.871mL/Ah。

[00155] [实施例 16]

- 20 [00156] 实施例 16 的钠离子电池的制备方法与实施例 11 基本相同，不同点在于： V 为 299.69 mL， CAP 为 193.6Ah， V/CAP 为 1.548mL/Ah。

[00157] [实施例 17]

[00158] 实施例 17 的钠离子电池的制备方法与实施例 11 基本相同，不同点在于： V 为 398.01 mL， CAP 为 173.2 Ah， V/CAP 为 2.298 mL/Ah。

- 25 [00159] [实施例 18]

[00160] 实施例 18 的钠离子电池的制备方法与实施例 11 基本相同，不同点在于： V 为 166.5 mL， CAP 为 150.8 Ah， V/CAP 为 1.104mL/Ah。

[00161] [实施例 19]

[00162] 实施例 19 的钠离子电池的制备方法与实施例 11 基本相同，不同点在于： V 为 384.79 mL， CAP 为 119.5 Ah， V/CAP 为 3.220 mL/Ah。

[00163] [对比例 1]

- 5 [00164] 对比例 1 的锂离子电池的制备方法与实施例 1 基本相同，不同点在于： V 为 32 mL， CAP 为 330 Ah， V/CAP 为 0.097mL/Ah。

[00165] [对比例 2]

[00166] 对比例 2 的钠离子电池的制备方法与实施例 11 基本相同，不同点在于： V 为 20 mL， CAP 为 240 Ah， V/CAP 为 0.083mL/Ah。

- 10 [00167] 2) 锂离子电池的物理表征

[00168] 满放状态下电池壳体内剩余体积 V 的测量

[00169] 在常温下，将机械件、电极组件等各种物质皆装入壳体内后，在壳体内注电解液直至注满，计算所注入电解液的体积量为 V_1 ，再计算所需加入的电解液体积量为 V_2 ，则 $V=V_1-V_2$ 。

15 表 1 实施例 1-19 和对比例 1-2 的具体参数

组别	化学体系	V (mL)	CAP (Ah)	V/CAP (mL/Ah)	C_0 (mAh/g)	ρ_0 (g/cm ³)	$200/(C_0 \times \rho_0)$	$4000/(C_0 \times \rho_0)$	$V/CAP/200/(C_0 \times \rho_0)$
实施例 1	锂电	159.00	215.0	0.740	3680	0.534	0.102	2.0	7.250
实施例 2	锂电	218.00	203.0	1.074	3680	0.534	0.102	2.0	10.528
实施例 3	锂电	286.46	195.0	1.469	3680	0.534	0.102	2.0	14.402
实施例 4	锂电	333.00	185.0	1.800	3680	0.534	0.102	2.0	17.647
实施例 5	锂电	183.61	185.0	0.992	3680	0.534	0.102	2.0	9.730
实施例 6	锂电	149.00	185.0	0.805	3680	0.534	0.102	2.0	7.896
实施例 7	锂电	138.25	215.0	0.643	3680	0.534	0.102	2.0	6.304
实施例 8	锂电	184.00	215.0	0.856	3680	0.534	0.102	2.0	8.390
实施例 9	锂电	300.00	295.0	1.017	3680	0.534	0.102	2.0	9.970

实施例 10	锂电	308.00	312.0	0.987	3680	0.534	0.102	2.0	9.678
实施例 11	锂电	114.03	215.0	0.530	3680	0.534	0.102	2.0	5.200
实施例 12	锂电	126.06	286.5	0.440	3680	0.534	0.102	2.0	4.314
实施例 13	锂电	305.20	145.0	2.105	3680	0.534	0.102	2.0	20.636
实施例 14	锂电	355.40	132.6	2.680	3680	0.534	0.102	2.0	26.277
实施例 15	钠电	217.04	116.0	1.871	1166	0.968	0.177	3.5	10.571
实施例 16	钠电	299.69	193.6	1.548	1166	0.968	0.177	3.5	8.746
实施例 17	钠电	398.01	173.2	2.298	1166	0.968	0.177	3.5	12.983
实施例 18	钠电	166.50	150.8	1.104	1166	0.968	0.177	3.5	6.238
实施例 19	钠电	384.79	119.5	3.220	1166	0.968	0.177	3.5	18.192
对比例 1	锂电	32.00	330.0	0.097	3680	0.534	0.102	2.035	0.951
对比例 2	钠电	20.00	240.0	0.083	1166	0.968	0.177	3.544	0.471

[00170] 3). 锂离子电池的性能表征

[00171] 3.1). 负极极片体积变化率

[00172] 在常温下, 先以 0.33C 的恒定电流对锂离子电池充电至 3.65 V, 进一步, 以 3.65 V 恒定电压充电至电流为 0.05C; 然后以 0.33C 的恒定电流对锂离子电池放电至 2.5 V, 此次的放电容量为锂离子电池高温存储前的放电容量; 然后以 0.33C 的恒定电流对锂离子电池充电至 3.65 V, 以 3.65 V 恒定电压充电至电流为 0.05C, 将锂离子电池充满电。之后将锂离子电池置于 60°C 下存储 60 天, 待存储结束后, 将锂离子电池置于常温环境下, 拆开并取得负极极片。采用排水法测试电池的体积。负极极片膨胀率 = (存储后的体积/存储前的体积) × 100%。测试结果请参见表 2。

[00173] 3.2). 电池内部压力测试

[00174] 在常温下，先以 0.33C 的恒定电流对锂离子电池充电至 3.65 V，进一步以 3.65 V 恒定电压充电至电流为 0.05 C，然后以 0.33 C 的恒定电流对锂离子电池放电至 2.5 V。在锂离子电池中插入一个压力传感器，测量锂离子电池的内部压力，测试结果请参见表 2。

5 [00175] 3.3) .防爆阀状态测试

[00176] 在常温下，先以 0.33C 的恒定电流对锂离子电池充电至 3.65 V，进一步以 3.65 V 恒定电压充电至电流为 0.05C，然后以 0.33C 的恒定电流对锂离子电池放电至 2.5 V。将锂离子电池置于常温条件下观察防爆阀的状态，测试结果请参见表 2。

10 [00177] 3.4) .电池的体积能量密度 VED 测试

[00178] 在常温下，将电池以 0.33C 恒流充电至满充电电压，再以满充电电压恒压充电至电流 \leq 0.05C；将电池以 0.33C 恒流放电至满放电压，得到放电能量 Q。测量电池外壳的长度、宽度、高度，计算得到电池的体积 V。各电池单体的满充电电压和满放电压的具体取值，可以参考电池单体的出厂设计、或者以电池单体的正极材料对应的通常充放电上限截止电压和下限截止电压确定。电池的体积能量密度 VED=放电能量 Q/电池的体积 V，体积能量密度的单位为 Wh/L。

表 2 实施例 1-19 和对比例 1-2 的电池性能

组别	负极极片体积变化率	电池内部压力 (MPa)	防爆阀是否被冲破	体积能量密度 (Wh/L)
实施例 1	307%	0.3	否	494
实施例 2	307%	0.13	否	467
实施例 3	307%	0.09	否	450
实施例 4	307%	0.06	否	494
实施例 5	307%	0.15	否	494
实施例 6	307%	0.21	否	494
实施例 7	307%	0.32	否	494
实施例 8	307%	0.19	否	494
实施例 9	304%	0.34	否	675
实施例 10	374%	0.65	否	715

实施例 11	398%	0.73	否	450
实施例 12	388%	0.69	否	458
实施例 13	294%	0.11	否	403
实施例 14	272%	0.07	否	396
实施例 15	362%	0.19	否	250
实施例 16	358%	0.35	否	460
实施例 17	328%	0.28	否	420
实施例 18	379%	0.35	否	380
实施例 19	391%	0.39	否	375
对比例 1	500%	1.2	是	494
对比例 2	462%	1.66	是	533

[00179] 根据实施例 1-19 和对比例 1-2 可知， V/CAP 不小于 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 时，电池的负极极片体积变化率在正常范围内，并且电池内部压力较小，电池的防爆阀未被冲破。即，通过使电池的 V/CAP 大于 $200/(C_0 \times \rho_0)$ ，可以提升电池的安全性能。

5 [00180] 根据实施例 1-12 和实施例 13-17 可知，本申请的技术方案可以适用于多种电池体系。

[00181] 根据实施例 1-19 可知， V/CAP 不大于 $4000/(C_0 \times \rho_0)$ 时，电池的负极极片体积变化率和电池内部压力较小，且电池的防爆阀未被冲破，但是电池的体积能量密度较低。即，通过使电池的 V/CAP 不小于 $200/(C_0 \times \rho_0)$ ，进一步地，不大于 $4000/(C_0 \times \rho_0)$ ，可以在提升电池安全性能的同时，使电池兼顾较高的体积能量密度。

10

[00182] 根据实施例 1-14 可知，当电池单体为锂电池单体时，通过使 V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值保持在 2-20 mL/Ah，特别是 2-10mL/Ah，可以使电池兼顾安全性能和较高的体积能量密度。

15 [00183] 根据实施例 15-19 可知，当电池单体为钠电池单体时，通过使 V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值保持在 2-30 mL/Ah，特别是 2-13mL/Ah，可以使电池兼顾安全性能和较高的体积能量密度。

[00184] 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. 一种电池单体，包括：

电极组件；

5 电解质；

壳体，用于容纳所述电极组件和所述电解质；

所述电池单体满足：

$$\frac{V}{CAP} \geq \frac{200}{(C_0 \times \rho_0)},$$

其中，

V 为所述电池单体在满放状态下，所述壳体內的剩余体积，单位：mL；

10 CAP 为所述电池单体的标称容量，单位：Ah；

C_0 为所述电池单体中对应碱金属的理论比容量，单位：mAh/g；

ρ_0 为所述电池单体中对应碱金属的理论密度，单位：g/cm³。

2. 根据权利要求1所述的电池单体，其中，所述电池单体满足：

$$\frac{V}{CAP} \leq \frac{4000}{(C_0 \times \rho_0)}。$$

3. 根据权利要求1或2所述的电池单体，其中，所述电池单体至少还
15 满足以下条件之一：

(1) CAP 不小于1 Ah，可选地， $1Ah \leq CAP \leq 300Ah$ ；

(2) $500mAh/g \leq C_0 \leq 3700mAh/g$ ；

(3) $0.5g/cm^3 \leq \rho_0 \leq 3.0g/cm^3$ ；

(4) 所述电池单体的体积能量密度 VED 满足：

20 $100Wh/L \leq VED \leq 600Wh/L$ 。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的电池单体，其中，在所述电池单体为锂电池单体的情况下，所述锂电池单体至少任意满足以下条件之一：

(1) $1500\text{mAh/g} \leq C_0 \leq 3700\text{mAh/g}$;

(2) $0.5\text{g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 2.0\text{g/cm}^3$;

(3) 所述锂电池单体为锂金属电池单体;

(4) 所述锂电池单体的体积能量密度 VED 满足: $100\text{Wh/L} \leq VED \leq$

5 900Wh/L 。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的电池单体, 其中, 在所述电池单体为锂电池单体的情况下, V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值为 $2\text{-}20\text{mL/Ah}$, 可选地, 为 $2\text{-}10\text{mL/Ah}$ 。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的电池单体, 其中, 在所述电池
10 单体为钠电池单体的情况下, 所述钠电池单体至少任意满足以下条件之一:

(1) $400\text{mAh/g} \leq C_0 \leq 1200\text{mAh/g}$;

(2) $0.8\text{g/cm}^3 \leq \rho_0 \leq 3.5\text{g/cm}^3$;

(3) 所述钠电池单体为钠金属电池单体;

(4) 所述钠电池单体的体积能量密度 VED 满足:

15 $150\text{Wh/L} \leq VED \leq 300\text{Wh/L}$ 。

7. 根据权利要求 1 至 3、6 中任一项所述的电池单体, 其中, 在所述电池单体为钠电池单体的情况下, V/CAP 与 $200/(C_0 \times \rho_0)$ 的比值为 $2\text{-}30\text{mL/Ah}$, 可选地, 为 $2\text{-}13\text{mL/Ah}$ 。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的电池单体, 其中, 所述电极组
20 件包括负极极片, 所述负极极片包括碱金属。

9. 一种电池, 其中, 包括:

多个如权利要求 1 至 8 中任一项所述的电池单体。

10. 一种用电装置, 其中, 包括:

如权利要求 9 所述的电池, 所述电池用于提供电能。

1/2

100

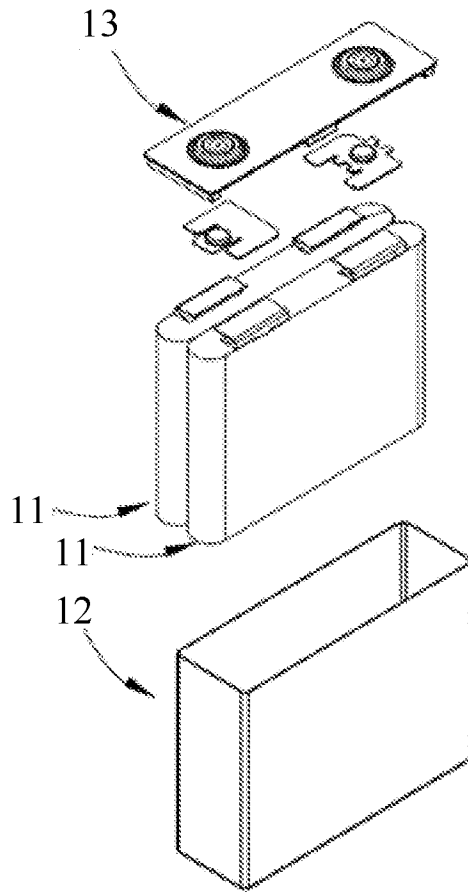


图 1

100

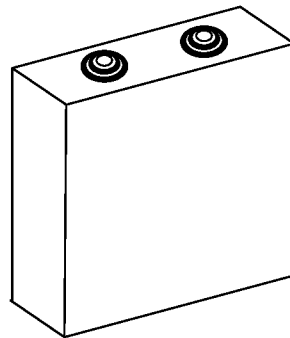


图 2

2/2

300

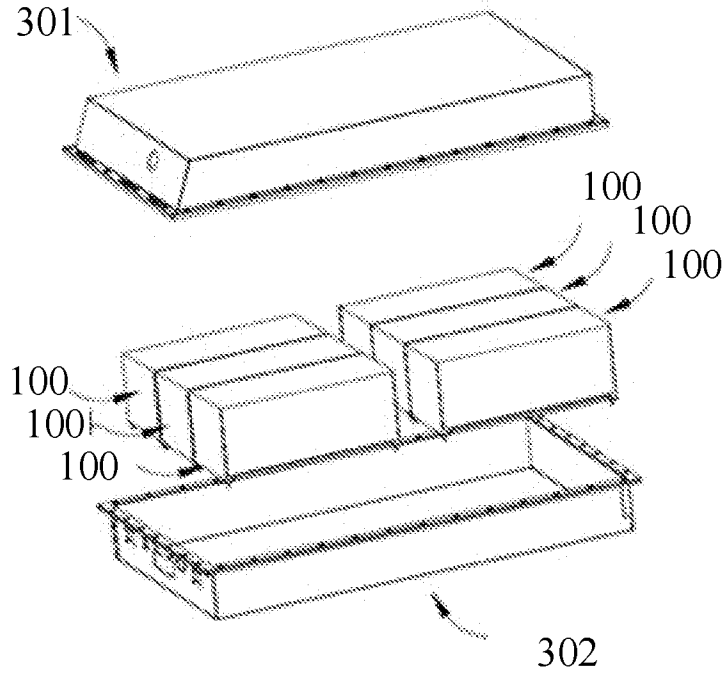


图 3

1

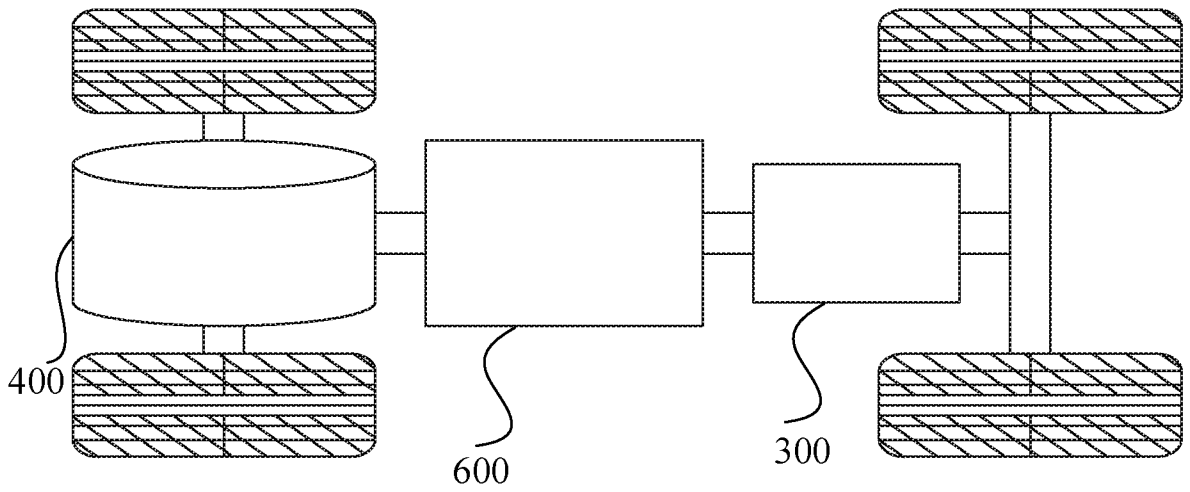


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/082195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M10/0525(2010.01)i; H01M10/54(2006.01)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, IEEE: 电池, 电芯, 电极组件, 锂, 钠, 容量, 剩余, 体积, 空间, 密度, battery, cell, separat+, electrode, assembl+, lithium, sodium, capacity, residual, remain+, volume, space, density		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 216872160 U (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 July 2022 (2022-07-01) description, paragraphs 70-133, and figures 1-3	1-10
X	CN 108352479 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 31 July 2018 (2018-07-31) description, paragraphs 20-85	1-10
A	JP H1064497 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACH CO., LTD.) 06 March 1998 (1998-03-06) entire document	1-10
A	CN 1874046 A (YANG CHENGYUN) 06 December 2006 (2006-12-06) entire document	1-10
<input 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
18 August 2023		23 August 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/CN2023/082195

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	216872160	U	01 July 2022	None			
CN	108352479	A	31 July 2018	US	2018287118	A1	04 October 2018
				JPWO	2017110059	A1	11 October 2018
				JP	6688974	B2	28 April 2020
				WO	2017110059	A1	29 June 2017
JP	H1064497	A	06 March 1998	None			
CN	1874046	A	06 December 2006	None			

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01M10/0525(2010.01)i; H01M10/54(2006.01)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、IEEE: 电池, 电芯, 电极组件, 锂, 钠, 容量, 剩余, 体积, 空间, 密度, battery, cell, separat+, electrode, assembl+, lithium, sodium, capacity, residual, remain+, volume, space, density</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 216872160 U (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01) 说明书第70-133段, 图1-3</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 108352479 A (松下知识产权经营株式会社) 2018年7月31日 (2018 - 07 - 31) 说明书第20-85段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP H1064497 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 1998年3月6日 (1998 - 03 - 06) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1874046 A (杨成云) 2006年12月6日 (2006 - 12 - 06) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 216872160 U (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01) 说明书第70-133段, 图1-3	1-10	X	CN 108352479 A (松下知识产权经营株式会社) 2018年7月31日 (2018 - 07 - 31) 说明书第20-85段	1-10	A	JP H1064497 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 1998年3月6日 (1998 - 03 - 06) 全文	1-10	A	CN 1874046 A (杨成云) 2006年12月6日 (2006 - 12 - 06) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 216872160 U (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01) 说明书第70-133段, 图1-3	1-10															
X	CN 108352479 A (松下知识产权经营株式会社) 2018年7月31日 (2018 - 07 - 31) 说明书第20-85段	1-10															
A	JP H1064497 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 1998年3月6日 (1998 - 03 - 06) 全文	1-10															
A	CN 1874046 A (杨成云) 2006年12月6日 (2006 - 12 - 06) 全文	1-10															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“D” 申请人在国际申请中引证的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2023年8月18日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2023年8月23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>周小沫</p> <p>电话号码 (+86) 010-53961281</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/082195

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	216872160	U	2022年7月1日	无			
CN	108352479	A	2018年7月31日	US	2018287118	A1	2018年10月4日
				JPWO	2017110059	A1	2018年10月11日
				JP	6688974	B2	2020年4月28日
				WO	2017110059	A1	2017年6月29日
JP	H1064497	A	1998年3月6日	无			
CN	1874046	A	2006年12月6日	无			