

(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
2025 年 7 月 10 日 (10.07.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/145692 A1

(51) 国际专利分类号:

H01M 10/052 (2010.01) **H01M 4/131** (2010.01)
H01M 10/0567 (2010.01) **H01M 10/058** (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/121540

(22) 国际申请日: 2024 年 9 月 26 日 (26.09.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

202410008428.4 2024年1月2日 (02.01.2024) CN

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED**) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。

(72) 发明人: 宋少康 (**SONG, Shaokang**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。薛文文 (**XUE, Wenwen**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。刘成勇 (**LIU, Chengyong**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。何晓宁 (**HE, Xiaoning**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。王新川 (**WANG, Xinchuan**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 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 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 PREPARATION METHOD THEREFOR, AND ELECTRIC DEVICE

(54) 发明名称: 二次电池及其制备方法和用电装置

5

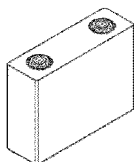


图 1

(57) **Abstract:** A secondary battery and a preparation method therefor, and an electric device. The secondary battery comprises a positive electrode sheet, a negative electrode sheet, an electrolyte solution, a gel electrolyte, and a separator that is arranged between the positive electrode sheet and the negative electrode sheet, wherein the negative electrode sheet comprises a negative electrode active material layer; the gel electrolyte is at least located between the negative electrode active material layer and the separator and within pores in both the negative electrode active material layer and the separator; and the electrolyte solution contains a nitrile additive. Therefore, the high-temperature storage performance and cycling performance of a secondary battery are effectively improved.

(57) 摘要: 一种二次电池及其制备方法和用电装置, 该二次电池包括正极极片、负极极片、电解液、凝胶电解质以及设置在正极极片与负极极片之间的隔离膜, 负极极片包括负极活性材料层, 凝胶电解质至少位于负极活性材料层与隔离膜之间、负极活性材料层的孔隙内以及隔离膜的孔隙内, 电解液中包含腈类添加剂, 由此有效提升了二次电池的高温存储性能和循环性能。

WO 2025/145692 A1

二次电池及其制备方法和用电装置

交叉引用

[0001] 本申请引用于 2024 年 01 月 02 日递交的名称为“二次电池及其制备方法和用电装置”的第 202410008428.4 号中国专利申请，其通过引用被全部并入本申请。

技术领域

[0002] 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和用电装置。

背景技术

[0003] 这里的陈述仅提供与本申请有关的背景信息，而不必然构成现有技术。

[0004] 二次电池具有工作电压高、重量轻、无记忆效应等优点，已广泛应用于手机、数码相机、笔记本电脑、电动汽车、电动工具等领域。随着手机、笔记本电脑和电动汽车等产业的快速发展，对二次电池的性能要求越来越高。如何提升传统二次电池的高温存储性能和循环性能是目前亟待解决的一个技术问题。

发明内容

[0005] 本申请提供一种二次电池及其制备方法和用电装置，旨在提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[0006] 本申请的第一方面，提供一种二次电池，包括正积极片、负积极片、电解液、凝胶电解质以及设置在所述正积极片与所述负积极片之间的隔离膜，所述负积极片包括负极活性材料层，所述凝胶电解质至少位于所述负极活性材料层与所述隔离膜之间、所述负极活性材料层的孔隙内以及所述隔离膜的孔隙内，所述电解液中包含腈类添加剂。

[0007] 上述二次电池中，腈类添加剂能够有效地稳定正积极片的结构，改善正积极片的高温存储性能，减少正积极片产气，由于电解液中的腈类添加剂主要通过负极活性材料层的大面向其内部扩散，并且负极活性材料层与隔离膜之间、负极活性材料层的孔隙内以及隔离膜的孔隙内，这些位置至少设置有凝胶电解质，因此凝胶电解质可以增大腈类添加剂到负极活性材料层的扩散路径，减少腈类添加剂的扩散，减少腈类添加剂对负极活性材料层的破坏，提高对负极活性材料层的保护效果，从而能够有效提升二次电池的高温存储性

能和循环性能。

[0008] 在一些实施方式中，所述腈类添加剂在所述电解液中的质量占比为 0.1%-20%。由此，可以进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

5 [0009] 在一些实施方式中，所述腈类添加剂在所述电解液中的质量占比为 0.5%-10%。由此，可以进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[0010] 在一些实施方式中，所述腈类添加剂包含乙腈、丙腈、丁腈、特戊腈、己腈、丙二腈、丁二腈、戊二腈和己二腈中的一种或多种。选择上述种类的腈类添加剂，有利于进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

10 [0011] 在一些实施方式中，所述隔离膜的孔隙率为 32%-45%。由此，可以进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能，同时兼顾二次电池的倍率性能。

[0012] 在一些实施方式中，所述隔离膜的孔隙率为 37%-42%。由此，可以进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能，同时兼顾二次电池的倍率性能。

15 [0013] 在一些实施方式中，所述凝胶电解质中包含聚合物，所述聚合物的单体包括丙烯酸酯类单体。丙烯酸酯类单体聚合后形成的聚合物的交联网络具有良好的弹性，可以适应负极极片充放电过程中的体积变化，从而进一步提升二次电池的循环性能。

[0014] 在一些实施方式中，所述丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数为 50-2000。控制丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数在上述范围内，有利于减少腈类添加剂对负极活性材料层的破坏，提高对负极活性材料层的保护效果，从而进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

20 [0015] 在一些实施方式中，所述丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数为 200-800。由此，进一步有利于减少腈类添加剂对负极活性材料层的破坏，提高对负极活性材料层的保护效果，从而进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

25 [0016] 在一些实施方式中，所述丙烯酸酯类单体包括季戊四醇四丙烯酸酯、聚乙二醇二丙烯酸酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯中的一种或多种。上述种类的丙烯酸酯类单体具有良好的稳定性和可加工性，所形成的聚合物具有良好的弹性，可以适应二次电池充放电过程中负极极片的体积变化，从而可进一步提升二次电池的循环性能。可选地，所述丙烯酸酯类单体包括聚乙二醇二丙烯酸酯。

30 [0017] 在一些实施方式中，所述凝胶电解质中还包含有机溶剂，所述有机溶剂包括碳酸酯类有机溶剂，所述碳酸酯类有机溶剂包括链状碳酸酯类有机溶剂和氟代碳酸酯类有机溶

剂，所述链状碳酸酯类有机溶剂和所述氟代碳酸酯类有机溶剂的质量比为 1:1-5:1。由此，可形成成膜性更好的 SEI 膜（固体电解质界面膜），并且对于隔离膜、负极活性材料层的浸润性更好，能够进一步提升二次电池的循环性能。

5 [0018] 在一些实施方式中，位于所述负极活性材料层与所述隔离膜之间的凝胶电解质的厚度为 0.1 μ m-5 μ m。由此，负极极片与隔离膜之间能够紧密接触，有利于提升活性离子的传导速率，从而有利于提升二次电池的倍率性能。

[0019] 在一些实施方式中，所述凝胶电解质还位于所述隔离膜远离所述负极活性材料层的表面。由此，有利于进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

10 [0020] 在一些实施方式中，所述凝胶电解质位于所述负极活性材料层的孔隙内以及所述隔离膜的孔隙内，且所述凝胶电解质包裹在所述隔离膜和所述负极极片的表面。由此，有利于进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[0021] 在一些实施方式中，所述正极极片包括正极集流体以及设置在所述正极集流体至少一个表面的正极活性材料层，所述正极活性材料层中包含正极活性材料，所述正极活性材料包括锂钴氧化物、锂镍锰氧化物、锂锰氧化物、锂镍钴锰氧化物、锂镍钴铝氧化物及其各自的改性化合物中的一种或多种。由此，有利于进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[0022] 本申请的第二方面，提供一种二次电池的制备方法，包括如下步骤：

[0023] 将隔离膜覆盖在负极极片的负极活性材料层表面，得到复合层；

20 [0024] 使用凝胶前驱液浸润所述复合层，使所述凝胶前驱液固化形成凝胶电解质，所述凝胶电解质至少位于所述负极活性材料层与所述隔离膜之间、所述负极活性材料层的孔隙内以及所述隔离膜的孔隙内，得到包含所述凝胶电解质的复合中间体；

[0025] 将正极极片与所述复合中间体贴合，使所述正极极片位于所述复合中间体的所述隔离膜一侧；

25 [0026] 使用包含腈类添加剂的电解液浸润贴合后的所述正极极片与所述复合中间体的界面以及所述正极极片。

[0027] 由此，可以简单地制备二次电池，有利于二次电池的批量化生产，而且扩大了电解液的选择范围，同时可以提高腈类添加剂的浓度，提升正极极片的性能改善效果，从而可进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

30 [0028] 在一些实施方式中，所述凝胶前驱液包含聚合物的单体，所述聚合物的单体在所述凝胶前驱液中的质量占比为 10%-20%。由此，有利于进一步提升二次电池的高温存储性

能和循环性能。

[0029] 本申请的第三方面，提供一种用电装置，包括本申请第一方面所述的二次电池以及本申请第二方面所述的制备方法制得的二次电池中的至少一种。

5 [0030] 本申请的用电装置包括本申请提供的二次电池，因而至少具有与所述二次电池相同的优势。

[0031] 本申请的一个或多个实施例的细节在下面的附图和描述中提出。本申请的其他特征、目的和优点将从说明书、附图以及权利要求书变得明显。

附图说明

10 [0032] 为了更好地描述和说明本申请提供的实施例或示例，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。而且在全部附图中，用相同的附图标号表示相同的部件。在附图中：

[0033] 图 1 为本申请一实施方式的电池单体的示意图。

15 [0034] 图 2 为图 1 所示的本申请一实施方式的电池单体的分解图。

[0035] 图 3 为本申请一实施方式的电池模块的示意图。

[0036] 图 4 为本申请一实施方式的电池包的示意图。

[0037] 图 5 为图 4 所示的本申请一实施方式的电池包的分解图。

[0038] 图 6 为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。

20 [0039] 附图标记说明：

[0040] 1 电池包；2 上箱体；3 下箱体；4 电池模块；5 电池单体；51 壳体；52 电极组件；53 盖板；6 用电装置。

具体实施方式

25 [0041] 以下，适当地参照附图详细描述了本申请的二次电池及其制备方法和用电装置的一些实施方式。但是会有省略非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。

30 [0042] 本申请所公开的“范围”可以采用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，任一个端值可以独立地被包括或不被包括，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。

5 此外，如果列出的最小范围值 1 和 2，且如果还列出了最大范围值 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，则相当于列出了该参数为例如整数 2、3、4、
10 5、6、7、8、9、10、11、12 等。比如，当表述某个参数为选自“2-10”的整数，相当于列出了整数 2、3、4、5、6、7、8、9 和 10。

[0043] 本申请中涉及“多个”、“多种”等，如无特别限定，指在数量上大于 2 或等于 2。例如，“一种或多种”表示一种或大于等于两种。

[0044] 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
15 成新的技术方案。

[0045] 在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例或实施方式中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。在本文中提及
20 的“实施方式”具有类似理解。

[0046] 本领域技术人员可以理解，在各实施方式或实施例的方法中，各步骤的撰写顺序并不意味着严格的执行顺序而对实施过程构成任何限定，各步骤的详细执行顺序应当以其功能和可能的内在逻辑确定。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
25 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。

[0047] 在本申请中，以“含有”、“包含”、“包括”等词语描述的开放式技术特征或技术方案中，如无其他说明，不排除所列成员之外的额外成员，可视为既提供了由所列成员构成的
30 封闭式特征或方案，还提供了在所列成员之外还包括额外成员的开放式特征或方案。例如，

A 包括 a1、a2 和 a3，如无其他说明，可以还包括其他成员，也可以不包括额外成员，可视为既提供了“A 由 a1、a2 和 a3 组成”的特征或方案，还提供了“A 不仅包括 a1、a2 和 a3，还包括其他成员”的特征或方案。在本申请中，如无其他说明，A（如 B），表示 B 为 A 中的一种非限制性示例，可以理解 A 不限于为 B。

- 5 [0048] 在本申请中，“可选地”、“可选的”、“可选”，指可有可无，也即指选自“有”或“无”两种并列方案中的任一种。如果一个技术方案中出现多处“可选”，如无特别说明，且无矛盾之处或相互制约关系，则每项“可选”各自独立。

[0049] 为了适应手机、笔记本电脑和电动汽车等产业的快速发展，提升传统二次电池的性能非常必要。目前，引入合适的添加剂是提高二次电池的性能最为经济有效的方法之一。

- 10 然而，某些添加剂虽然可以提升正极的稳定性，但是同时会破坏负极，造成二次电池的容量衰减，因此添加剂在二次电池中的应用受到了极大限制。

- [0050] 鉴于此，本申请提供一种二次电池，包括正极极片、负极极片、电解液、凝胶电解质以及设置在正极极片与负极极片之间的隔离膜，负极极片包括负极活性材料层，凝胶电解质至少位于负极活性材料层与隔离膜之间、负极活性材料层的孔隙内以及隔离膜的孔隙内，电解液中包含腈类添加剂；二次电池中的腈类添加剂能够有效地稳定正极极片的结构，改善正极极片的高温存储性能，减少正极极片产气，由于电解液中的腈类添加剂主要通过负极活性材料层的大面向其内部扩散，并且负极活性材料层与隔离膜之间、负极活性材料层的孔隙内以及隔离膜的孔隙内，这些位置至少设置有凝胶电解质，因此凝胶电解质可以增大腈类添加剂到负极活性材料层的扩散路径，减少腈类添加剂的扩散，减少腈类添加剂对负极活性材料层的破坏，提高对负极活性材料层的保护效果，从而能够有效提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[0051] 二次电池

- [0052] 本申请一实施方式提供一种二次电池，包括正极极片、负极极片、电解液、凝胶电解质以及设置在正极极片与负极极片之间的隔离膜，负极极片包括负极活性材料层，凝胶电解质至少位于负极活性材料层与隔离膜之间、负极活性材料层的孔隙内以及隔离膜的孔隙内，电解液中包含腈类添加剂。

- [0053] 上述二次电池中，腈类添加剂能够有效地稳定正极极片的结构，改善正极极片的高温存储性能，减少正极极片产气，由于电解液中的腈类添加剂主要通过负极活性材料层的大面向其内部扩散，并且负极活性材料层与隔离膜之间、负极活性材料层的孔隙内以及隔离膜的孔隙内，这些位置至少设置有凝胶电解质，因此凝胶电解质可以增大腈类添加剂

到负极活性材料层的扩散路径，减少腈类添加剂的扩散，减少腈类添加剂对负极活性材料层的破坏，提高对负极活性材料层的保护效果，从而能够有效提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[0054] 可选地，可以使用电子扫描显微镜（SEM）观察负极极片和隔离膜的截面，确定

5 凝胶电解质与负极极片和隔离膜的相对位置，可以利用高效液相色谱法或者核磁共振波谱法确定电解液中腈类添加剂的种类，高效液相色谱法具体可参照 GB/T 26792-2019 中相关检测方法的规定进行检测，核磁共振波谱法可参照 GB/T 34059-2017 中相关检测方法的规定进行检测。

[0055] 在一些实施方式中，腈类添加剂在电解液中的质量占比为 0.1%-20%。由此，可以

10 进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。可理解，腈类添加剂在电解液中的质量占比包括但不限于：0.1%、0.5%、1%、3%、5%、8%、10%、13%、15%、18%、20%。进一步地，腈类添加剂在电解液中的质量占比为 0.5%-10%。

[0056] 可选地，可以利用高效液相色谱法测定电解液中腈类添加剂的质量占比，具体可参照 GB/T 26792-2019 中相关检测方法的规定进行检测。

15 [0057] 在一些实施方式中，腈类添加剂包含乙腈、丙腈、丁腈、特戊腈、己腈、丙二腈、丁二腈、戊二腈和己二腈中的一种或多种。选择上述种类的腈类添加剂，有利于进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[0058] 在一些实施方式中，隔离膜的孔隙率为 32%-45%。由此，可以有效地减少腈类添加剂扩散到负极极片的表面，且兼顾活性离子的传输速率，从而能够进一步提升二次电池

20 的高温存储性能和循环性能，同时兼顾二次电池的倍率性能。可理解，隔离膜的孔隙率包括但不限于：32%、33%、34%、35%、36%、37%、38%、39%、40%、41%、42%、43%、44%、45%。进一步地，隔离膜的孔隙率为 37%-42%。

[0059] 在一些实施方式中，隔离膜的材质包括聚酰胺、聚酰胺酰亚胺、聚酮、聚芳醚酮、聚砜、聚苯硫醚、聚苯醚、聚偏二氟乙烯、聚四氟乙烯、聚氯乙烯、聚烯烃、全氟烷氧基

25 烷烃、聚酯、液晶聚合物、聚甲醛、丙烯腈苯乙烯丙烯酸酯、苯乙烯丙烯腈、丙烯腈丁二烯苯乙烯、聚苯并咪唑、聚对苯撑共聚物、聚丙烯腈、聚乙烯亚胺、乙烯四氟乙烯、聚氯乙烯、三氟乙烯、芳纶和聚醚酰亚胺中的一种或多种。可选地，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。

30 [0060] 在一些实施方式中，所述隔离膜的厚度为 6 μ m-40 μ m，可选为 12 μ m-20 μ m。

[0061] 在本申请中，单位“ μm ”是指微米。

[0062] 在一些实施方式中，凝胶电解质中包含聚合物，聚合物的单体包括丙烯酸酯类单体。丙烯酸酯类单体具有良好的稳定性和可加工性，所形成的聚合物具有良好的弹性，可以适应二次电池充放电过程中负极极片的体积变化，从而可进一步提升二次电池的循环性能。

[0063] 在一些实施方式中，丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数为 50-2000。控制丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数在上述范围内，有利于减少腈类添加剂对负极活性材料层的破坏，提高对负极活性材料层的保护效果，从而进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。可理解，丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数包括但不限于：50、100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1200、1400、1600、1800、2000。可选地，丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数为 200-800。

[0064] 在一些实施方式中，丙烯酸酯类单体包括季戊四醇四丙烯酸酯(PETA)、聚乙二醇二丙烯酸酯(PEGDA)、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯中的一种或多种。可选地，丙烯酸酯类单体包括聚乙二醇二丙烯酸酯(PEGDA)。

[0065] 在一些实施方式中，凝胶电解质中还包含有机溶剂，有机溶剂包括碳酸酯类有机溶剂、羧酸酯类有机溶剂和醚类有机溶剂中的一种或多种。

[0066] 在一些实施方式中，凝胶电解质中还包含有机溶剂，有机溶剂包括碳酸酯类有机溶剂。可选地，有机溶剂还包括羧酸酯类有机溶剂和醚类有机溶剂中的一种或多种。

[0067] 在一些实施方式中，碳酸酯类有机溶剂包括链状碳酸酯类有机溶剂和氟代碳酸酯类有机溶剂。由此，可形成成膜性更好的 SEI 膜（固体电解质界面膜），并且对于隔离膜、负极活性材料层的浸润性更好，能够进一步提升二次电池的循环性能。

[0068] 在一些实施方式中，链状碳酸酯类有机溶剂和氟代碳酸酯类有机溶剂的质量比为 1:1-5:1。由此，可进一步提升二次电池的循环性能。可选地，链状碳酸酯类有机溶剂包括碳酸甲乙酯和碳酸二甲酯中的一种或多种，氟代碳酸酯类有机溶剂包括氟代碳酸乙烯酯。

[0069] 在一些实施方式中，链状碳酸酯类有机溶剂包括碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸二丙酯、碳酸二苯酯、碳酸二丁酯和碳酸丁烯酯中的一种或多种。

[0070] 在一些实施方式中，氟代碳酸酯类有机溶剂包括氟代碳酸乙烯酯。

[0071] 在一些实施方式中，羧酸酯类有机溶剂包括丁酸丙酯、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙

酸丙酯、乙酸异丙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丙酸丁酯、丙酸异丙酯和丁酸乙酯中的一种或多种。

[0072] 在一些实施方式中，醚类有机溶剂包括甲醚、丙醚、丁醚、乙二醇二甲醚、乙二醇二乙醚、二乙二醇二甲醚、三乙二醇二甲醚、四乙二醇二甲醚、1,3-二氧戊环、四氢呋喃、甲基四氢呋喃、二苯醚和冠醚中的一种或多种。

[0073] 在一些实施方式中，凝胶电解质中还包含第一电解质盐。

[0074] 在一些实施方式中，第一电解质盐包括锂盐。可选地，锂盐包括六氟磷酸锂(LiPF₆)、四氟硼酸锂(LiBF₄)、双氟磺酰亚胺锂(LiFSI)、双三氟甲磺酰亚胺锂(LiTFSI)、二氟草酸硼酸锂(LiDFOB)和高氯酸锂(LiClO₄)中的一种或多种。

[0075] 在一些实施方式中，位于负极活性材料层与隔离膜之间的凝胶电解质的厚度为0.1μm-5μm。由此，负极极片与隔离膜之间能够紧密接触，有利于提升活性离子的传导速率，从而有利于提升二次电池的倍率性能。可理解，位于负极活性材料层与隔离膜之间的凝胶电解质的厚度包括但不限于：0.1μm、0.2μm、0.3μm、0.4μm、0.5μm、0.6μm、0.7μm、0.8μm、0.9μm、1μm、2μm、3μm、4μm、5μm。

[0076] 在一些实施方式中，凝胶电解质还位于隔离膜远离负极活性材料层的表面。

[0077] 在一些实施方式中，位于隔离膜远离负极活性材料层的表面的凝胶电解质的厚度为1μm-3μm。

[0078] 在一些实施方式中，凝胶电解质位于负极活性材料层的孔隙内以及隔离膜的孔隙内，且凝胶电解质包裹在隔离膜和负极极片的表面。

[0079] 在一些实施方式中，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活性材料层，负极活性材料层包括负极活性材料。

[0080] 作为非限制性示例，负极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，负极活性材料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。

[0081] 在一些实施方式中，负极活性材料层包括负极活性材料。可选地，负极活性材料包括碳基材料和硅基材料中的一种或多种。可选地，碳基材料可以包括石墨。进一步可选地，石墨可以包括人造石墨和天然石墨中的一种或多种。可选地，硅基材料可以包括单质硅、硅氧化合物、硅碳复合物、硅氮复合物以及硅合金中的一种或多种。

[0082] 在一些实施方式中，负极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可以采用铜箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基材至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料形成在高分子材料基材上而获得。所述

负极集流体中，该金属材料的非限制性示例可以包括铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等中的一种或多种。所述负极集流体中，该高分子材料基材的非限制性示例可以包括聚丙烯（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）等基材中的一种或多种。

- 5 [0083] 在一些实施方式中，负极活性材料层还可选地包括粘结剂。粘结剂可以包括丁苯橡胶（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）中的一种或多种。

[0084] 在一些实施方式中，负极活性材料层还可选地包括导电剂。导电剂可以包括超导
10 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一种或多种。

[0085] 在一些实施方式中，负极活性材料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。

[0086] 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（溶剂的非限制性示例如去离子水）中，形成负极浆料；将负极浆料涂覆在负极集流体的至少一侧表面上，
15 经烘干、冷压等工序后，即可得到负极极片。负极浆料所涂覆的负极集流体表面可以为负极集流体的单个表面上，也可以为负极集流体的两个表面上。负极浆料的固含量可以为40wt%-60wt%。负极浆料在室温下的粘度可以调整到2000mPa·s-10000mPa·s。涂覆负极浆料时，以干重计（扣除溶剂）的涂布单位面密度可以为75g/m²-220g/m²。负极极片的压实
20 密度可以为1.0g/cm³-1.8g/cm³。

[0087] 在本申请中，单位“mPa·s”是指毫帕·秒，单位“g/m²”是指克/平方米，单位“g/cm³”是指克/立方厘米。

[0088] 在一些实施方式中，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活性材料层，正极活性材料层中包含正极活性材料，正极活性材料包括锂钴氧化物、
25 锂镍锰氧化物、锂锰氧化物、锂镍钴锰氧化物、锂镍钴铝氧化物及其各自的改性化合物中的一种或多种。腈类添加剂可以从电解液中到达正极活性材料的表面，减少正极活性材料中的过渡金属离子的溶出与产气，从而可进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。锂钴氧化物的非限制性示例可以包括但不限于LiCoO₂；锂镍锰氧化物的非限制性示例可以包括但不限于LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄、LiNi_{0.5}Mn_{0.5}O₂等；锂锰氧化物的非限制性示例可以包
30 括但不限于LiMnO₂、LiMn₂O₄等；锂镍钴锰氧化物的非限制性示例可以包括但不限于

$\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ (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}) 等；锂镍钴铝氧化物的非限制性示例可以包括 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。

- 5 [0089] 可以理解地，电池在充放电过程中会伴随锂(Li)的脱嵌及消耗，电池在放电到不同状态时正极极片中 Li 的含量不同。本申请中关于正极活性材料的列举中，如无其他说明，Li 的含量为材料初始状态。将正极活性材料应用于电池体系中的正极极片，经过充放电循环，正极极片所含正极活性材料中 Li 的含量通常会发生变化。其中，Li 的含量可以采用摩尔含量进行计量，但不限于此。关于“Li 的含量为材料初始状态”，材料初始状态指投料
- 10 于正极浆料之前的状态。可以理解，在所列举正极活性材料基础上进行适当改性而获得的新材料也在正极活性材料范畴之内，前述适当改性指针对正极活性材料可接受的改性方式，非限制性示例如包覆改性。

- [0090] 本申请中关于正极活性材料的列举中，氧(O)的含量仅为理论状态值，晶格释氧会导致氧的摩尔含量发生变化，实际 O 的含量会出现浮动。其中，O 的含量可以采用摩尔含量进行计量，但不限于此。
- 15

[0091] 作为非限制性示例，正极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，正极活性材料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。

- [0092] 在一些实施方式中，正极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可采用铝箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基层至少一个
- 20 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获得。所述正极集流体中，该金属材料的非限制性示例可以包括铝、铝合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等中的一种或多种。所述正极集流体中，该高分子材料基材的非限制性示例可以包括聚丙烯 (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) 等基材中的一种或多种。

- 25 [0093] 在一些实施方式中，正极活性材料层还可选地包括粘结剂。作为非限制性示例，粘结剂可以包括聚偏氟乙烯 (PVDF)、聚四氟乙烯 (PTFE)、偏氟乙烯-四氟乙烯-丙烯三元共聚物、偏氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三元共聚物、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物及含氟丙烯酸酯树脂中的一种或多种。

- [0094] 在一些实施方式中，正极活性材料层还可选地包括导电剂。作为非限制性示例，
- 30 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

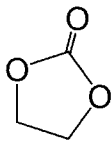
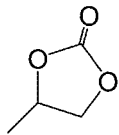
中的一种或多种。

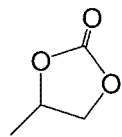
[0095] 在一些实施方式中，可以通过以下方式制备正极极片：将上述用于制备正极极片的组分，例如正极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他的组分分散于溶剂中，形成正极浆料；将正极浆料涂覆在正极集流体的至少一侧表面上，经烘干、冷压等工序后，即可得到正极极片。溶剂的种类可以选自但不限于前述实施方式中的任一种，例如 N-甲基吡咯烷酮（NMP）。正极浆料所涂覆的正极集流体表面可以为正极集流体的单个表面上，也可以为正极集流体的两个表面上。正极浆料所涂覆的正极集流体表面可以为正极集流体的单个表面上，也可以为正极集流体的两个表面上。正极浆料的固含量可以为 40wt%-80wt%。正极浆料在室温下的粘度可以调整到 5000mPa·s-25000mPa·s。涂覆正极浆料时，以干重计（扣除溶剂）的涂布单位面密度可以为 15mg/cm²-35mg/cm²。正极极片的压实密度可以为 3.0g/cm³-3.6g/cm³，可选为 3.3g/cm³-3.5g/cm³。

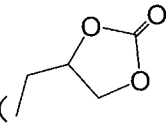
[0096] 在本申请中，单位“mg/cm²”是指毫克/平方厘米。

[0097] 在一些实施方式中，电解液包括第二电解质盐和溶剂。

[0098] 在一些实施方式中，第二电解质盐可以包括六氟磷酸锂（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）、二氟磷酸锂（LiPO₂F₂）、二氟草酸硼酸锂（LiDFOB）、二草酸硼酸锂（LiBOB）、二氟二草酸磷酸锂（LiDFOP）及四氟草酸磷酸锂（LiTFOP）中的一种或多种。

[0099] 在一些实施方式中，溶剂可以包括碳酸乙烯酯（EC，）、碳酸丙烯酯（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）、碳酸丁烯酯（）、氟代碳酸乙烯酯（FEC）、甲酸甲酯、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、1,4-丁内酯、环丁砜、二甲砜、甲乙砜及二乙砜中的一种或多种。

[00100] 在一些实施方式中，电解液还可选地包括其他添加剂。例如其他添加剂可以包括

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。

[00101] 在一些实施方式中，电解液中的其他添加剂可以包括但不限于氟代碳酸乙烯酯（FEC）、二氟碳酸乙烯酯（DFEC）、三氟甲基碳酸乙烯酯（TFPC）等中的一种或多种。

5 [00102] 本申请另一实施方式提供本申请上述二次电池的制备方法，包括如下步骤：

[00103] 将隔离膜覆盖在负极极片的负极活性材料层表面，得到复合层；

[00104] 使用凝胶前驱液浸润复合层，使凝胶前驱液固化形成凝胶电解质，得到包含凝胶电解质的复合中间体；

[00105] 将正极极片与复合中间体贴合，使正极极片位于复合中间体的隔离膜一侧；

10 [00106] 使用电解液浸润贴合后的正极极片与复合中间体的界面以及正极极片。

[00107] 由此，可以简单地制备二次电池，有利于二次电池的批量化生产。此外，上述实施方式的制备方法得到的复合中间体中，负极极片、隔离膜和凝胶电解质可以形成一体化的结构，凝胶电解质可以增大腈类添加剂到负极极片表面的扩散路径，有效提高对负极的保护效果，正极极片可以单独浸润具有针对化设计的包含腈类添加剂的电解液，因此扩大了电解液的选择范围，同时可以提高腈类添加剂的浓度，提升正极极片的性能改善效果，从而可进一步提升二次电池的高温存储性能和循环性能。

[00108] 在一些实施方式中，凝胶前驱液包含聚合物的单体，聚合物的单体在凝胶前驱液中的质量占比为 10%-20%。可理解，聚合物的单体在凝胶前驱液中的质量占比包括但不限于：10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%。

20 [00109] 在一些实施方式中，凝胶前驱液还包含有机溶剂、第一电解质盐和引发剂。

[00110] 在一些实施方式中，引发剂在凝胶前驱液中的质量占比为 0.03%-0.4%。可理解，引发剂在凝胶前驱液中的质量占比包括但不限于：0.03%、0.05%、0.07%、0.1%、0.15%、0.2%、0.25%、0.3%、0.35%、0.4%。

[00111] 在一些实施方式中，引发剂包括偶氮类引发剂。

25 [00112] 在一些实施方式中，偶氮类引发剂包括偶氮二异丁腈、偶氮二异丁酸二甲酯和偶氮二异庚腈中的一种或多种。

[00113] 本申请再一实施方式提供一种用电装置，包括本申请的上述二次电池。

[00114] 另外，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。

[00115] 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。

[00116] 正极极片

[00117] 采用本申请上述正极极片。

5 [00118] 负极极片

[00119] 采用本申请上述负极极片。

[00120] 隔离膜

[00121] 采用本申请上述隔离膜。

[00122] 电解质

10 [00123] 采用本申请上述电解液。

[00124] 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。

[00125] 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。

15 [00126] 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，进一步地，塑料的非限制性示例可以包括聚丙烯、聚对苯二甲酸丁二醇酯以及聚丁二酸丁二醇酯等中的一种或多种。

[00127] 二次电池中包括至少一个电池单体。二次电池可以包括1个或多个电池单体。

20 [00128] 在本申请中，如无其他说明，“电池单体”指能够实现化学能和电能相互转化的基本单元，进一步地，通常而言至少包括正极极片、负极极片和电解质。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活性离子的作用。

[00129] 本申请对电池单体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

25 形状。例如，图1是作为一个示例的方形结构的电池单体5。

[00130] 在一些实施方式中，参照图2，外包装可包括壳体51和盖板53。其中，壳体51可包括底板和连接于底板上的侧板，底板和侧板围合形成容纳腔。壳体51具有与容纳腔连通的开口，盖板53能够盖设于开口，以封闭容纳腔。正极极片、负极极片和隔离膜可经卷绕工艺或叠片工艺形成电极组件52。电极组件52封装于容纳腔内。电解液浸润于电
30 极组件52中。电池单体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

根据实际需求进行选择。

[00131] 二次电池可以为电池模块 4 或电池包 1。

[00132] 电池模块包括至少一个电池单体。电池模块所含电池单体的数量可以为一个或多个，本领域技术人员可根据电池模块的应用和容量选择合适的数量。

- 5 [00133] 图 3 是作为一个示例的电池模块 4。参照图 3，在电池模块 4 中，多个电池单体 5 可以是沿电池模块 4 的长度方向依次排列设置。当然，也可以按照其他任意的方式进行排布。进一步可以通过紧固件将该多个电池单体 5 进行固定。

[00134] 可选地，电池模块 4 还可以包括具有容纳空间的外壳，多个电池单体 5 容纳于该容纳空间。

- 10 [00135] 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，本领域技术人员可根据电池包的应用和容量选择合适的数量。

[00136] 图 4 和图 5 是作为一个示例的电池包 1。参照图 4 和图 5，在电池包 1 中可以包括电池箱和设置于电池箱中的多个电池模块 4。电池箱包括上箱体 2 和下箱体 3，上箱体 2 能够盖设于下箱体 3，并形成用于容纳电池模块 4 的封闭空间。多个电池模块 4 可以按照
15 任意的方式排布于电池箱中。

- [00137] 另外，本申请还提供一种用电装置，用电装置包括本申请提供的二次电池。二次电池可以用作用电装置的电源，也可以用作用电装置的能量存储单元。用电装置可以包括移动设备、电动车辆、电气列车、船舶及卫星、储能系统等，但不限于此。其中，移动设备例如可以是手机、笔记本电脑等；电动车辆例如可以是纯电动车、混合动力电动车、插
20 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，但不限于此。

[00138] 作为用电装置，可以根据其使用需求来选择二次电池。

- [00139] 图 6 是作为一个示例的用电装置 6。该用电装置 6 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
25 求，可以采用电池包或电池模块。

[00140] 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。

- [00141] 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。实施例中未注明技术或条件的，按照本领域内的文献所描
30 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。

[00142] 实施例 1

[00143] (1) 负极极片的制备

[00144] 将硅碳复合负极材料（硅含量 20%）、导电剂（乙炔黑）、粘结剂（羧甲基纤维素）按质量比 97wt% : 2wt% : 1wt% 进行混合，加入去离子水搅拌均匀，获得负极浆料；将
5 负极浆料涂覆在铜箔的双侧表面上，干燥，冷压、冲切后得到负极极片，其中双侧的单位面积的涂覆量为 $0.117\text{g}/1540.25\text{mm}^2$ ，负极活性材料层位于负极集流体（铜箔）的双侧表面上。在本申请中，单位“g”是指克，单位“ mm^2 ”是指平方毫米。

[00145] (2) 凝胶前驱液的配制

10 [00146] 将氟代碳酸乙烯酯(FEC)、碳酸甲乙酯(EMC)、双三氟甲基磺酰亚胺锂(LiTFSI)按照 2:3:1 的质量比配制，搅拌均匀，得到负极基础电解液。将负极基础电解液、聚乙二醇二丙烯酸酯(PEGDA 700)和引发剂偶氮二异丁腈(AIBN)按照 85:15:0.3 的质量比混合均匀，得到凝胶前驱液，丙烯酸酯类单体（也即聚乙二醇二丙烯酸酯）在凝胶前驱液中的质量占比为 15%。

15 [00147] (3) 隔离膜

[00148] 选取双面氧化铝层涂布的聚烯烃隔离膜，其孔隙率为 40%。

[00149] (4) 复合中间体的制备

[00150] 将隔离膜与负极极片叠层放置到铝塑膜中，使隔离膜覆盖在负极活性材料层的表面，注入凝胶前驱液，注入比例为 1.8 克/安时 (g/Ah)，抽负压 5 分钟 (min)，然后热
20 封进行浸润 6 小时 (h)，然后在 0.5 兆帕 (MPa) 的压力下，将铝塑膜上夹具固定，之后放入烘箱中加热 70 摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)，10h 进行固化形成凝胶电解质，从铝塑膜中取出隔离膜和负极极片，即得到包含凝胶电解质的复合中间体。其中，凝胶电解质位于隔离膜的孔隙内以及负极活性材料层的孔隙内，且凝胶电解质包裹在隔离膜和负极极片的表面；位于负极活性材料层与隔离膜之间的凝胶电解质的厚度为 $0.8\mu\text{m}$ ；位于隔离膜远离负极活性材料
25 层的表面的凝胶电解质的厚度为 $2\mu\text{m}$ 。

[00151] (5) 正极极片的制备

[00152] 将钴酸锂(LiCoO_2)与导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏氟乙烯(PVDF)按重量比 94:3:3 在 N-甲基吡咯烷酮(NMP)溶剂体系中充分搅拌混合均匀后，涂覆于铝箔的双侧表面上，烘干、冷压，得到正极极片，裁剪成相应尺寸备用，其中双侧的单位面积的涂覆量为
30 $0.38\text{g}/1540.25\text{mm}^2$ 。

[00153] (6)电解液的配制

[00154] 将碳酸酯溶剂碳酸乙烯酯(EC)和碳酸酯溶剂碳酸二乙酯(DEC)以及碳酸甲乙酯(EMC)按体积比 EC:DEC:EMC=1:1:1 混合,搅拌均匀后,加入 1.0 摩尔/升 (mol/L) 的六氟磷酸锂溶解。然后加入丁二腈添加剂搅拌均匀,即得到包含腈类添加剂的电解液,腈类
5 添加剂在电解液中的质量占比为 5%。

[00155] (7)锂离子电池的制备

[00156] 将正极极片与复合中间体贴合,使正极极片位于复合中间体的隔离膜一侧,也即隔离膜位于正极极片和负极极片之间,注入包含腈类添加剂的电解液,电解液注液量按照 1.0g/Ah,使用电解液浸润正极极片与复合中间体的界面以及正极极片。将电池负压封装后,
10 浸润 12 小时,得到锂离子电池。

[00157] 实施例 2-20

[00158] 基本同实施例 1,区别在于:改变腈类添加剂在电解液中的质量占比,隔离膜的孔隙率、凝胶前驱液中丙烯酸酯类单体的种类、丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数、丙烯酸酯类单体在凝胶前驱液中的质量占比、凝胶前驱液中基础电解液、丙烯酸酯类单体和引发剂的质量比、凝胶前驱液中的有机溶剂的种类,具体如表 1 所述;
15

[00159] 实施例 18 的凝胶前驱液中氟代碳酸乙烯酯、碳酸甲乙酯、双三氟甲基磺酰亚胺锂(LiTFSI)的质量比为 1:1:1。

[00160] 对比例 1

[00161] (1)负极极片的制备

[00162] 将硅碳复合负极材料(硅含量 20%)、导电剂(乙炔黑)、粘结剂(羧甲基纤维素)按质量比 97wt%:2 wt%:1 wt%进行混合,加入去离子水搅拌均匀,获得负极浆料;将负极浆料涂覆在铜箔的双侧表面上,干燥,冷压、冲切后得到负极极片,其中双侧的单位面积的涂覆量为 0.117g/1540.25mm²。
20

[00163] (2)隔离膜

[00164] 选取双面氧化铝层涂布的聚烯烃隔离膜,其孔隙率为 40%。
25

[00165] (3)正极极片的制备

[00166] 将钴酸锂(LiCoO₂)与导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏氟乙烯(PVDF)按重量比 94:3:3 在 N-甲基吡咯烷酮(NMP)溶剂体系中充分搅拌混合均匀后,涂覆于铝箔的双侧表面上,烘干、冷压,得到正极极片,裁剪成相应尺寸备用,其中双侧的单位面积的涂覆量为
30 0.38g/1540.25mm²。

[00167] (4)电解液的配制

[00168] 将碳酸酯溶剂碳酸乙烯酯(EC)和碳酸酯溶剂碳酸二乙酯(DEC)以及碳酸甲乙酯(EMC)按体积比 EC:DEC:EMC=1:1:1 混合,搅拌均匀后,加入 1.0mol/L 的六氟磷酸锂溶解。然后加入质量分数为 5% (占包含腈类添加剂的电解液) 的丁二腈添加剂搅拌均匀,

5 即得到包含腈类添加剂的电解液。

[00169] (5)锂离子电池的制备

[00170] 将负极极片、隔离膜与正极极片叠层,使隔离膜位于正积极片和负极极片之间,注入包含腈类添加剂的电解液,电解液注液量按照 1.6g/Ah。将电池负压封装后,浸润 12 小时,得到锂离子电池。

10 [00171] 性能测试

[00172] (1)高温存储测试

[00173] 在 45℃下,将锂离子电池以 0.5C 倍率充电到 4.5 伏 (V) 后恒压充电至电流低于 0.05C,然后使用 0.5C 倍率放电至 2.5V,初始放电容量记为 C1。将锂离子电池调整到 100%SOC,进行 45℃高温存储。30 天后再按相同步骤进行充放电循环,其放电容量记为

15 C2。

[00174] 高温存储容量保持率(%)=C2/C1×100%。

[00175] (2)循环性能测试

[00176] 在 45℃下,将锂离子电池以 0.5C 倍率充电到 4.5V 后恒压充电至电流低于 0.05C,然后使用 0.5C 倍率放电至 2.5V,以这种满充满放的形式进行循环测试,直至锂离子电池

20 的放电容量衰减至初始容量的 80%,记录此时的循环圈数。

[00177] 各实施例和各对比比例的产品参数与性能测试结果如表 1 和表 2 所示,其中,“/”代表不存在该物质或该参数。

[00178] 表 1

组别	腈类添加剂在电解液中的质量占比/%	隔离膜的孔隙率/%	凝胶前驱液中丙烯酸酯类单体的种类	丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数	丙烯酸酯类单体在凝胶前驱液中的质量占比/%	凝胶前驱液中基础电解液、丙烯酸酯类单体和引发剂的质量比	凝胶前驱液中的有机溶剂
实施例 1	5	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 2	0.5	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 3	2	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸乙烯酯与碳酸甲乙酯

实施例 4	10	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 5	0.1	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 6	20	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 7	5	32	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 8	5	45	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 9	5	37	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 10	5	42	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 11	5	40	PEGDA	50	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 12	5	40	PEGDA	200	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 13	5	40	PEGDA	800	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 14	5	40	PEGDA	2000	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 15	5	40	PETA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 16	5	40	PEGDA	700	10	90:10:0.32	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 17	5	40	PEGDA	700	20	80:20:0.28	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 18	5	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 1:1 的氟代碳酸 乙烯酯与碳酸甲乙酯
实施例 19	5	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的碳酸丁烯 酯与碳酸甲乙酯
实施例 20	5	40	PEGDA	700	15	85:15:0.3	质量比为 2:3 的氟代碳酸 乙烯酯与乙二醇二甲醚
对比例 1	5	40	/	/	/	/	/

[00179] 表 2

组别	电池的高温存储容量 保持率/%	45℃下电池的放电容 量衰减至初始容量的 80%的循环圈数
实施例 1	80.4	367
实施例 2	72.1	315
实施例 3	74.7	342
实施例 4	73.3	334

实施例 5	71.8	308
实施例 6	71.9	310
实施例 7	72.7	320
实施例 8	75.2	344
实施例 9	79.6	357
实施例 10	79.5	355
实施例 11	72.7	320
实施例 12	79.1	354
实施例 13	80.1	360
实施例 14	75.1	343
实施例 15	78.2	351
实施例 16	77.4	349
实施例 17	79.3	357
实施例 18	76.6	348
实施例 19	73.7	335
实施例 20	71.9	309
对比例 1	71.4	302

[00180] 由表 1 和表 2 可知，相对于对比例 1，实施例 1-20 的电池的高温存储容量保持率、45℃下电池的放电容量衰减至初始容量的 80%的循环圈数显著较高，说明本申请实施例 1-20 的二次电池中正极极片、负极极片、隔离膜、凝胶电解质和包含腈类添加剂的电解液的配合使用，有效提升了二次电池的高温存储性能和循环性能。

5 [00181] 上文对各个实施例的描述倾向于强调各个实施例之间的不同之处，其相同或相似之处可以相互参考，为了简洁，本文不再赘述。

[00182] 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
10 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

- 1、一种二次电池，包括正极极片、负极极片、电解液、凝胶电解质以及设置在所述正极极片与所述负极极片之间的隔离膜，所述负极极片包括负极活性材料层，所述凝胶电解质至少位于所述负极活性材料层与所述隔离膜之间、所述负极活性材料层的孔隙内以及所述隔离膜的孔隙内，所述电解液中包含腈类添加剂。
- 2、根据权利要求1所述的二次电池，其中，所述腈类添加剂在所述电解液中的质量占比为0.1%-20%。
- 3、根据权利要求1或2所述的二次电池，其中，所述腈类添加剂在所述电解液中的质量占比为0.5%-10%。
- 4、根据权利要求1至3任一项所述的二次电池，其中，所述腈类添加剂包含乙腈、丙腈、丁腈、特戊腈、己腈、丙二腈、丁二腈、戊二腈和己二腈中的一种或多种。
- 5、根据权利要求1至4任一项所述的二次电池，其中，所述隔离膜的孔隙率为32%-45%。
- 6、根据权利要求1至5任一项所述的二次电池，其中，所述隔离膜的孔隙率为37%-42%。
- 7、根据权利要求1至6任一项所述的二次电池，其中，所述凝胶电解质中包含聚合物，所述聚合物的单体包括丙烯酸酯类单体。
- 8、根据权利要求7所述的二次电池，其中，所述丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数为50-2000。
- 9、根据权利要求7或8所述的二次电池，其中，所述丙烯酸酯类单体中的重复结构单元数为200-800。
- 10、根据权利要求7至9任一项所述的二次电池，其中，所述丙烯酸酯类单体包括季戊四醇四丙烯酸酯、聚乙二醇二丙烯酸酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯中的一种或多种。
- 11、根据权利要求1至10任一项所述的二次电池，其中，所述凝胶电解质中还包含有机溶剂，所述有机溶剂包括碳酸酯类有机溶剂，所述碳酸酯类有机溶剂包括链状碳酸酯类有机溶剂和氟代碳酸酯类有机溶剂，所述链状碳酸酯类有机溶剂和所述氟代碳酸酯类有机溶剂的质量比为1:1-5:1。
- 12、根据权利要求1至11任一项所述的二次电池，其中，位于所述负极活性材料层与

所述隔离膜之间的凝胶电解质的厚度为 $0.1\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$ 。

13、根据权利要求 1 至 12 任一项所述的二次电池，其中，所述凝胶电解质还位于所述隔离膜远离所述负极活性材料层的表面。

14、根据权利要求 1 至 13 任一项所述的二次电池，其中，所述凝胶电解质位于所述
5 负极活性材料层的孔隙内以及所述隔离膜的孔隙内，且所述凝胶电解质包裹在所述隔离膜和所述负极极片的表面。

15、根据权利要求 1 至 14 任一项所述的二次电池，其中，所述正极极片包括正极集流体以及设置在所述正极集流体至少一个表面的正极活性材料层，所述正极活性材料层中包含正极活性材料，所述正极活性材料包括锂钴氧化物、锂镍锰氧化物、锂锰氧化物、锂
10 镍钴锰氧化物、锂镍钴铝氧化物及其各自的改性化合物中的一种或多种。

16、一种二次电池的制备方法，包括如下步骤：

将隔离膜覆盖在负极极片的负极活性材料层表面，得到复合层；

使用凝胶前驱液浸润所述复合层，使所述凝胶前驱液固化形成所述凝胶电解质，所述
15 凝胶电解质至少位于所述负极活性材料层与所述隔离膜之间、所述负极活性材料层的孔隙内以及所述隔离膜的孔隙内，得到包含所述凝胶电解质的复合中间体；

将正极极片与所述复合中间体贴合，使所述正极极片位于所述复合中间体的所述隔离膜一侧；

使用包含腈类添加剂的电解液浸润贴合后的所述正极极片与所述复合中间体的界面以及所述正极极片。

20 17、根据权利要求 16 所述的制备方法，其中，所述凝胶前驱液包含聚合物的单体，所述聚合物的单体在所述凝胶前驱液中的质量占比为 10%-20%。

18、一种用电装置，包括权利要求 1 至 15 任一项所述的二次电池以及权利要求 16 至 17 任一项所述的制备方法制得的二次电池中的至少一种。

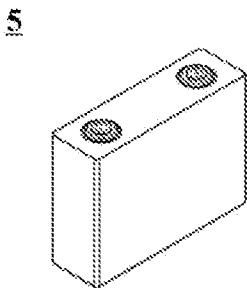


图 1

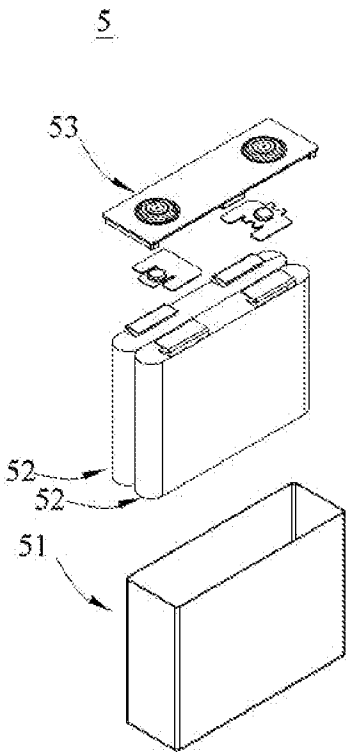


图 2

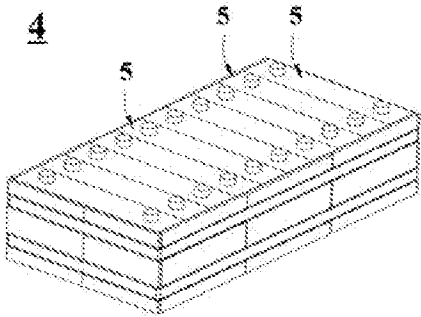


图 3

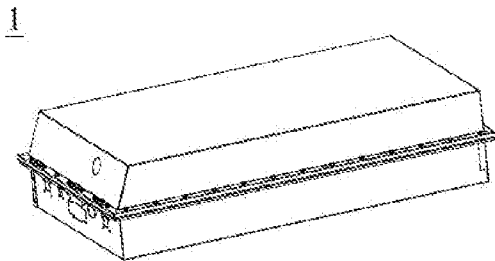


图 4

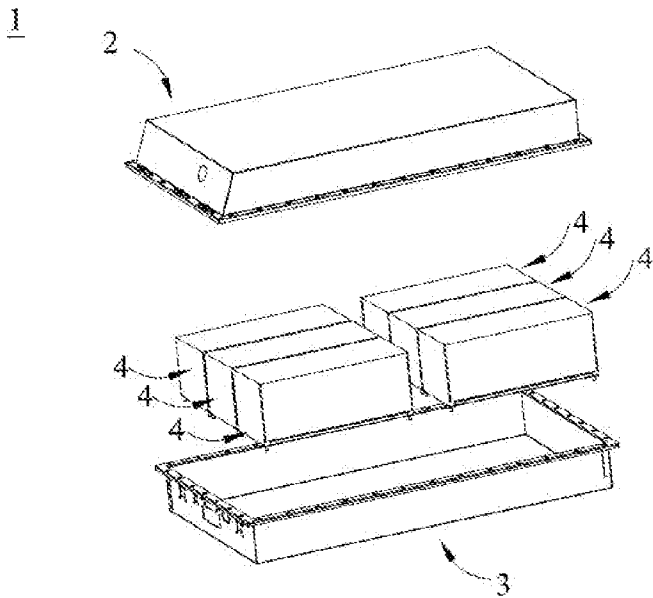


图 5

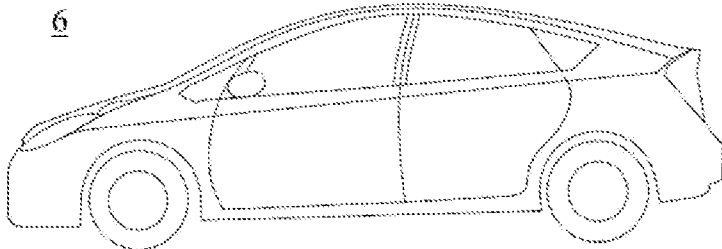


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/121540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M10/052(2010.01)i; H01M10/0567(2010.01)i; H01M4/131(2010.01)i; H01M10/058(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: H01M10/-; H01M4/-

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)

CNXTX, VCN, ENTXTX, CNKI, ISI_Web of Science: 二次电池, 正极极片, 负极极片, 电解液, 凝胶电解质, 凝胶态电解质, 固体电解质, 聚合物电解质, 隔离膜, 隔膜, 负极活性材料, 腈类添加剂, 高温存储性能, 循环性能, secondary battery, positive electrode sheet, negative electrode sheet, electrolyte solution, gel electrolyte, solid electrolyte, polymer electrolyte, separator film, negative electrode active material, nitrile additive, high temperature storage performance, cycling performance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 106654353 A (GRADUATE SCHOOL AT SHENZHEN, TSINGHUA UNIVERSITY) 10 May 2017 (2017-05-10) description, paragraphs [0002] and [0007]-[0031]	1-15, 18
Y	CN 115275103 A (BYD CO., LTD.) 01 November 2022 (2022-11-01) description, paragraphs [0005]-[0039]	1-15, 18
Y	CN 116848692 A (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 October 2023 (2023-10-03) description, paragraphs [0004]-[0026]	1-15, 18
A	CN 116544348 A (NIO BATTERY TECHNOLOGY (ANHUI) CO., LTD.) 04 August 2023 (2023-08-04) entire document	1-18
A	CN 117154186 A (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 December 2023 (2023-12-01) entire document	1-18



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

13 December 2024

Date of mailing of the international search report

31 December 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/121540

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017190366 A1 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 09 November 2017 (2017-11-09) entire document	1-18
A	WO 2023225901 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 November 2023 (2023-11-30) entire document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/121540

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106654353	A	10 May 2017	WO	2018094773	A1	31 May 2018
CN	115275103	A	01 November 2022	None			
CN	116848692	A	03 October 2023	None			
CN	116544348	A	04 August 2023	None			
CN	117154186	A	01 December 2023	None			
WO	2017190366	A1	09 November 2017	None			
WO	2023225901	A1	30 November 2023	None			

A. 主题的分类

H01M10/052(2010.01)i; H01M10/0567(2010.01)i; H01M4/131(2010.01)i; H01M10/058(2010.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01M10/-; H01M4/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

CNTEXT, VCN, ENTXTC, CNKI, ISI_Web of Science; 二次电池, 正极极片, 负极极片, 电解液, 凝胶电解质, 凝胶态电解质, 固体电解质, 聚合物电解质, 隔离膜, 隔膜, 负极活性材料, 腈类添加剂, 高温存储性能, 循环性能, secondary battery, positive electrode sheet, negative electrode sheet, electrolyte solution, gel electrolyte, solid electrolyte, polymer electrolyte, separator film, negative electrode active material, nitrile additive, high temperature storage performance, cycling performance

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 106654353 A (清华大学深圳研究生院) 2017年5月10日 (2017 - 05 - 10) 说明书第[0002], [0007]-[0031]段	1-15,18
Y	CN 115275103 A (比亚迪股份有限公司) 2022年11月1日 (2022 - 11 - 01) 说明书第[0005]-[0039]段	1-15,18
Y	CN 116848692 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2023年10月3日 (2023 - 10 - 03) 说明书第[0004]-[0026]段	1-15,18
A	CN 116544348 A (蔚来电池科技(安徽)有限公司) 2023年8月4日 (2023 - 08 - 04) 全文	1-18
A	CN 117154186 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2023年12月1日 (2023 - 12 - 01) 全文	1-18
A	WO 2017190366 A1 (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) 2017年11月9日 (2017 - 11 - 09) 全文	1-18

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 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

国际检索实际完成的日期

2024年12月13日

国际检索报告邮寄日期

2024年12月31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

孙兴春

电话号码 (+86) 010-53962293

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	WO 2023225901 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2023年11月30日 (2023 - 11 - 30) 全文	1-18

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/121540

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	106654353	A	2017年5月10日	WO 2018094773 A1	2018年5月31日
CN	115275103	A	2022年11月1日	无	
CN	116848692	A	2023年10月3日	无	
CN	116544348	A	2023年8月4日	无	
CN	117154186	A	2023年12月1日	无	
WO	2017190366	A1	2017年11月9日	无	
WO	2023225901	A1	2023年11月30日	无	