

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024年10月31日 (31.10.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/221426 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 4/133 (2010.01) **H01M 10/0525** (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/091698

(22) 国际申请日: 2023年4月28日 (28.04.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

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

(72) 发明人: 张立美 (ZHANG, Limei); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。陈培培 (CHEN, Peipei); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。刘姣 (LIU, Jiao); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。任家墨 (REN, Jiamo); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京华进京联知识产权代理有限公司 (ACIP LAW OFFICES); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1403, Beijing 100191 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: SECONDARY BATTERY AND ELECTRIC DEVICE

(54) 发明名称: 二次电池和用电装置

5

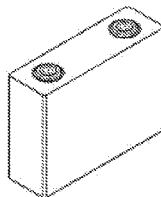


图 1

(57) Abstract: The present application provides a secondary battery. A negative electrode active material therein comprises a graphite material, and a non-aqueous electrolyte comprises a chain carboxylic acid ester; the OI value of a negative electrode sheet, the resistance value R of the negative electrode sheet, and the mass proportion W0 of a first solvent in solvents meet the relational expression: $0.08/m\Omega \leq W0 \times 100/(R \times OI) \leq 5/m\Omega$, wherein the OI value refers to the ratio of the diffraction peak intensities of the 004 crystal plane and the 110 crystal plane of the graphite material, and the unit of R is $m\Omega$.

(57) 摘要: 本申请提供了一种二次电池, 其中的负极活性物质包括石墨材料, 其中的非水电解质包括链状羧酸酯; 负极极片的OI值、负极极片的电阻值R与第一溶剂在溶剂中的质量占比W0满足 $0.08/m\Omega \leq W0 \times 100/(R \times OI) \leq 5/m\Omega$; 其中, OI值指石墨材料004晶面与110晶面衍射峰强度的比值, R的单位为 $m\Omega$ 。



WO 2024/221426 A1

二次电池和用电装置

技术领域

本申请涉及二次电池技术领域，特别涉及二次电池和用电装置。

背景技术

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。

随着二次电池技术的发展，二次电池被广泛应用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，还被应用于电子设备电源、电动工具、电动自行车、电动摩托车、电动汽车、军事装备、航空航天等多个领域。随着科技和社会的发展，对二次电池的快充性能、循环性能、安全性能等方面提出了更高的综合性要求。

因此，目前有必要开发能够兼顾快充性能、循环性能和安全性能的二次电池新技术。

发明内容

鉴于上述问题，本申请提供了一种二次电池和用电装置，该二次电池包括合理搭配的负极极片及非水电解质，在快充性能、循环性能和安全性能方面具有优良的综合性功能。

第一方面，本申请提供了一种二次电池，其包括正极极片、负极极片和非水电解质；其中，所述负极极片包括负极活性材料层，所述负极活性材料层包括负极活性物质，所述负极活性物质包括石墨材料；所述非水电解质包括溶剂，所述溶剂包括第一溶剂，所述第一溶剂为链状羧酸酯；

所述负极极片的 OI 值、所述负极极片的电阻值 R 与所述第一溶剂在所述溶剂中的质量占比 W0 满足如下关系： $0.08/\text{m}\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times \text{OI}) \leq 5/\text{m}\Omega$ ；

其中，所述负极极片的 OI 值是指所述石墨材料的 004 晶面衍射峰强度与 110 晶面衍射峰强度的比值；R 的单位为 $\text{m}\Omega$ 。

负极极片的 OI 值反映了负极活性材料层中晶粒排列方向各向异性程度，通过协同控制负极极片的 OI 值、负极极片的电阻值 R 与链状羧酸酯溶剂在溶剂中的质量占比 W0，可以兼顾二次电池的快充性能、循环性能和安全性能。当 OI 值、R 与 W0 满足上述关系时，一方面，非水电解质中的链状羧酸酯具有低黏度和导电性的特点，可以显著增强电池的电导率，还能改善电池的低温性能和循环稳定性，再一方面，负极极片具有合适的取向度，在活性离子（如锂离子）嵌入过程中具有合适的方向选择性，能够把活性离子嵌入膨胀（如嵌锂膨胀）分散到不同方向，从而降低极片和电芯的循环膨胀，可以有效缓解由于链状羧酸酯与负极的界面稳定性差而导致的极片自身膨胀被加剧的问题，提升电池安全性，还可以降低活性离子在负极极片传输过程中的浓差极化，与负极极片电阻值 R 搭配实现大幅度提升电池快充能力。因此，通过协同控制 OI 值、R 与 W0，能够使二次电池在快充性能、循环性能和安全性能方面具有优良的综合性功能，可以兼顾较短的快充时间，较低的循环膨胀以及较高的循环容量保持率。

在一些实施方式中， $6 \leq \text{OI} \leq 25$ ；可选地， $6 \leq \text{OI} \leq 18$ ；进一步可选地， $12 \leq \text{OI} \leq 18$ 。

通过调节 OI 值在较为合适的范围内，更有利于降低在活性离子嵌入过程中的方向选择性，从而更好地活性离子嵌入膨胀分散到不同方向；此外，还可以更好地提高负极极片的活性离子传输性能。

在一些实施方式中， $1\text{m}\Omega \leq R \leq 50\text{m}\Omega$ ；可选地， $5\text{m}\Omega \leq R \leq 30\text{m}\Omega$ ；进一步可选地， $10\text{m}\Omega \leq R \leq 20\text{m}\Omega$ 。

通过将负极极片的电阻值 R 控制在一定的范围内，可以将 $W0 \times 100 / (R \times \text{OI})$ 控制在更为合适的范围内，从而在较短的快充时间，较低的循环膨胀以及较高的循环容量保持率方面实现更好的综合效果，并更有利于提高负极极片的活性离子传输性能和电子传导性能。

在一些实施方式中， $10\% \leq W0 \leq 80\%$ ；

可选地， $20\% \leq W0 \leq 80\%$ ；进一步可选地， $30\% \leq W0 \leq 70\%$ ；更进一步可选地， $50\% \leq W0 \leq 70\%$ ；

另可选地， $10\% \leq W0 \leq 60\%$ ；进一步可选地， $20\% \leq W0 \leq 60\%$ 。

通过将第一溶剂在溶剂中的含量 W0 控制在一定的范围内，可以在兼顾二次电池的快充性能、循环性能和安全性能的基础上，更有利于增强电池的电导率，还可更有利于改善二次电池的低温性能和循环稳定性。

在一些实施方式中， $0.67 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 10$ ；

可选地， $1 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 10$ ；进一步可选地， $1 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 5$ ；更进一步可选地， $3 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 5$ ；

另可选地， $0.67 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 4$ ；进一步可选地， $1 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 4$ 。

在控制 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 符合前述关系的基础上, 通过 $W0 \times 100 / OI$ 进一步调控非水电解质中链状羧酸酯与负极活性材料层中晶粒排列方向的搭配情况, 更易实现快充性能、循环性能和安全性综合性能的提升。

在一些实施方式中, $0.1 / m\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times OI) \leq 5 / m\Omega$; 可选地, $0.1 / m\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times OI) \leq 2 / m\Omega$ 。

进一步控制 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 控制在上述范围内, 对于整体性地综合改善快充性能、循环性能和安全性更为有利。

在一些实施方式中, 所述二次电池满足如下特征组合: $6 \leq OI \leq 18$, $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$, 且 $20\% \leq W0 \leq 80\%$;

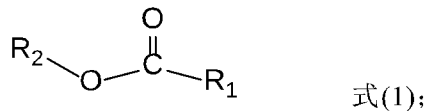
可选地, $12 \leq OI \leq 18$, $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$, 且 $10\% \leq W0 \leq 60\%$; 进一步可选地, $20\% \leq W0 \leq 60\%$;

另可选地, $12 \leq OI \leq 18$, $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$, 且 $50\% \leq W0 \leq 70\%$ 。

通过精细地协同控制负极极片的 OI 值为 12~18、负极极片的电阻值 R 为 10mΩ~20mΩ 和链状羧酸酯溶剂在溶剂中的质量占比 W0 为 20%~80% (进一步可选为 10%~60%), 可以更好地实现快充性能、循环性能和安全性性能的兼顾, 更有利于使二次电池同时具有较优快充能力, 较低的循环膨胀以及较高的循环容量保持率。

通过控制不同参数的取值情况, 还可以进一步在某个或某些方面更具优势。比如, $12 \leq OI \leq 18$, $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$, 且 $20\% \leq W0 \leq 60\%$ 的情形中, 可以在较优综合性能基础上还具有显著优异的低循环膨胀和循环性能。再比如, $12 \leq OI \leq 18$, $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$, 且 $50\% \leq W0 \leq 70\%$ 的情形中, 在较优综合性能基础上, 还可以在较短的快充时间和较低的循环膨胀方面具有明显优势。

在一些实施方式中, 所述第一溶剂包括结构如式(1)所示的化合物:



其中, R_1 和 R_2 分别独立地为 C_{1-3} 烷基或 C_{1-3} 卤代烷基;

可选地, R_1 和 R_2 分别独立地为 C_{1-3} 烷基或 C_{1-3} 氟代烷基;

进一步可选地, R_1 和 R_2 分别独立地为甲基、乙基、丙基、氟代甲基、氟代乙基和氟代丙基中的一种;

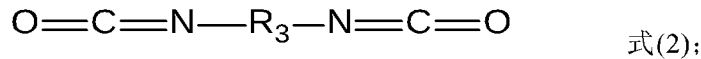
更进一步可选地, R_1 和 R_2 分别独立地为甲基、乙基、氟代甲基和氟代乙基中的一种;

更进一步可选地, 所述第一溶剂包括下述化合物中的一种或多种: 乙酸甲酯、乙酸乙酯、二氟乙酸甲酯和二氟乙酸乙酯。

可以选择分子尺寸较小的第一溶剂, 此时, 第一溶剂粘度较低, 有利于二次电池获得更好的快充性能。

在一些实施方式中, 所述非水电解质还包括第一添加剂; 所述第一添加剂为二异氰酸酯。

在一些实施方式中, 所述第一添加剂包括结构如下的化合物:



其中, R_3 为未取代的或 R_a 取代的 C_{1-18} 亚烷基; R_a 包括下述取代基中的一种或多种: 卤素原子、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(=O) R_{11} 、 R_{12} OC(=O)-、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 烯基、 C_{2-10} 炔基和 C_{2-10} 氧杂烷基中的一种或多种; R_{11} 和 R_{12} 分别独立地为烷基或卤代烷基;

可选地, R_3 为 C_{2-10} 亚烷基、 C_{2-10} 杂亚烷基、 C_{6-18} 亚芳基、 C_{2-18} 杂亚芳基、 C_{3-18} 亚脂环基或 C_{3-18} 杂亚脂环基, 前述任一种基团为未取代的或者为 R_a 取代的;

另可选地, R_3 为未取代的或 R_a 取代的 C_{2-10} 亚烷基、未取代的或 R_a 取代的 C_{3-18} 二价环烷基或未取代的或 R_a 取代的 C_{6-18} 亚芳基; 进一步可选地, R_3 为 C_{2-10} 亚烷基、 C_{6-18} 二价环烷基或 C_{6-18} 亚芳基; 更进一步可选地, R_3 为 C_{4-10} 亚烷基、 C_{6-14} 二价环烷基或 C_{6-14} 亚芳基; 更进一步可选地, R_3 为 C_{4-10} 亚烷基、 C_{6-10} 二价环烷基或 C_{6-10} 亚芳基; 更进一步可选地, R_3 为 C_{4-8} 亚己基、含有己环的 C_{6-10} 二价环烷基或含有苯环的 C_{6-10} 亚芳基;

另可选地, 所述第一添加剂包括下述化合物中的一种或多种: 六亚甲基二异氰酸酯、1,4-环己烷二甲基二异氰酸酯、1,3-苯二异氰酸酯和 2,4-二异氰酸-1-甲苯。

在一些实施方式中, 所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0~11%;

可选地, 所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.005%~11%;

进一步可选地, 所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.005%~10%;

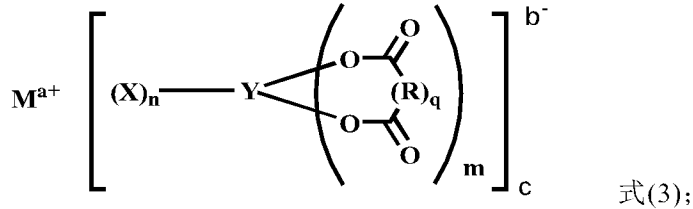
更进一步可选地, 所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.01%~10%;

更进一步可选地, 所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.1%~5%;

更进一步可选地，所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 1%~5%。

链状羧酸酯（第一溶剂）的引入有利于提高电池的快充能力，然而，由于羧酸酯与负极极片的兼容性因素，如果其用量 W0 与负极极片的 OI 值、电阻值 R 之间的匹配性不佳，可能会加重负极极片自身存在的膨胀问题，也可能影响界面存在的产气问题，还可能造成电芯容量的衰减及电池循环性能的恶化。通过向非水电解质中引入第一添加剂，可以在负极极片表面形成具有保护作用的固体电解质界面(SEI)层，该保护层可以协助活性离子嵌入到负极极片的负极活性材料层中，使得负极极片的活性离子嵌入膨胀效应能够被均匀地传导到各个方向，从而减少负极极片的循环膨胀率。此外，第一添加剂还能显著提升电解液和负极极片界面的稳定性，可以降低二次电池循环过程中电解液的消耗和负极结构的破坏，从而显著改善二次电池的循环性能。

在一些实施方式中，所述非水电解质还包括第二添加剂；所述第二添加剂包括单氟磷酸锂、二氟磷酸锂、四氟硼酸锂、式(3)所示化合物和氟磺酸盐中的一种或多种；



式(3)中，a、b和c各自独立地为正整数，m为选自1-3的整数，n为选自0-4的整数，q为0或1；M^{a+}为带有a价正电荷的金属离子；任一个Y独立地为硼原子或磷原子；X为卤素原子；任一个R独立地为取代或未取代的C₁₋₁₀亚烷基、取代或未取代的C₁₋₁₀卤代亚烷基、取代或未取代的C₆₋₂₀亚芳基、以及取代或未取代的C₆₋₂₀卤代亚芳基中的一种；

可选地，任一个R独立地为R_c取代或未取代的C₁₋₁₀亚烷基、R_c取代或未取代的C₁₋₁₀卤代亚烷基、R_c取代或未取代的C₆₋₂₀亚芳基、以及R_c取代或未取代的C₆₋₂₀卤代亚芳基中一种；R_c取代的C₁₋₁₀亚烷基中的取代基、R_c取代的C₁₋₁₀卤代亚烷基中的取代基、R_c取代的C₆₋₂₀亚芳基中的取代基和R_c取代的C₆₋₂₀卤代亚芳基中的R_c取代基可以各自独立地包括下述取代基中的一种或多种：卤素原子、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(O)R₄₁、-C(O)OR₄₂、C₁₋₁₀烷基、C₂₋₁₀烯基、C₂₋₁₀炔基和C₂₋₁₀烷氧基；其中，R₄₁和R₄₂各自独立地为C₁₋₆烷基；

可选地，在所述非水电解质中，M^{a+}中的M包括Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Ba、Al、Fe、Cu和Ni中的一种或多种；

可选地，a、b和c各自独立地为选自1、2或3。

在一些实施方式中，所述第二添加剂包括二氟磷酸锂、单氟磷酸锂、四氟硼酸锂、氟磺酸锂和氟磺酸钠中的一种或多种。

在一些实施方式中，所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为0.005%~11%；

可选地，所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为0.005%~11%；

进一步所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为0.005%~10%；

更进一步可选地，所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为0.05%~5%。

通过向非水电解质中引入第二添加剂，可以在负极形成富含无机物的SEI膜，既能改善二次电池的快充性能，又能进一步改善二次电池的循环性能。

在一些实施方式中，所述负极活性物质的体积平均粒径D_{v50}≥6μm；其中，D_{v50}表示物质或材料的累计体积分布百分数达到50%时对应的粒径；

可选地，所述负极活性物质的体积平均粒径D_{v50}为6μm~20μm；

进一步可选地，所述负极活性物质的体积平均粒径D_{v50}为15μm~20μm。

通过控制负极活性物质的粒径具有相对较大的粒径，可以减少负极材料与电解液的接触面积，降低在负极表面与溶剂发生副反应的概率，则更有利于降低极片膨胀率，可更佳地改善电芯的循环性能。

在一些实施方式中，所述负极活性物质的BET比表面积为0.5 m²/g~2.0 m²/g；

可选地，所述负极活性物质的BET比表面积为0.8 m²/g~1.5 m²/g。

通过控制负极活性物质的粒径具有一定的比表面积，可以减少负极材料的表面积，进而减少负极材料与电解液接触面积，从而减少溶剂在负极表面发生副反应，更好地改善电芯的循环性能。

在一些实施方式中，所述石墨材料包括人造石墨和天然石墨中的一种或多种；可选地，所述石墨材料包括人造石墨。

在一些实施方式中，所述石墨材料在所述负极活性物质中的重量百分比 $\geq 50\%$ ；可选地，所述石墨材料在所述负极活性物质中的重量百分比 $\geq 80\%$ ；进一步可选地，所述石墨材料在所述负极活性物质中的重量百分比为 100% 。

在一些实施方式中，所述二次电池为锂离子二次电池。

第二方面，本申请提供了一种用电装置，其包括本申请第一方面所述二次电池。

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

为了更好地描述和说明这里公开的那些申请的实施例或示例，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：

图 1 是本申请一实施例的二次电池的示意图；

图 2 是图 1 所示的本申请一实施例的二次电池的分解图；

图 3 是本申请一实施例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。

具体实施方式

以下，适当地参照附图详细说明公开了本申请的二次电池和用电装置的一些实施方式。但是会有省略不必要的详细说明的情况。例如，有省略对已众所周知的事项的详细说明、实际相同结构的重复说明的情况。这是为了避免以下的说明不必要地变得冗长，便于本领域技术人员的理解。此外，附图及以下说明是为了本领域技术人员充分理解本申请而提供的，并不旨在限定权利要求书所记载的主题。

本申请所公开的数值“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，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。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”表示本申请中已经全部列出了“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。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。

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，本申请的所有步骤可以顺序进行，也可以随机进行，可以优选是顺序进行的。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。

如果没有特别的说明，本申请所提到的“具有”、“包括”、“含有”和“包含”各自独立地可以表示开放式，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成员或时序特征，也可以仅包括或包含列出的成员或时序特征。成员例如材料或组分、结构、元件、仪器等；时序特征的非限制性性举例如动作、动作发生的条件、时机、状态等。

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”。进一步地，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）。

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。

在本申请中，如无其他说明，“和/或”对应的特征或方案包括两个或两个以上相关所列项目中任一个项目，也包括相关所列项目的任意的和所有的组合，所述任意的和所有的组合包括任意的两个相关所列项目、任意的更多个相关所列项目、或者全部相关所列项目的组合。例如，“A 和/或 B”表示 A、B 以及“A 与 B 的组合”构成的组。其中，“包含 A 和/或 B”可以表示“包含 A，包含 B，以及包含 A 与 B”，还可以表示“包含 A，包含 B，或者包含 A 与 B”，可根据所在语句恰当理解。

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。可以理解，涉及“任意多个”项目时，指的是任意合适的多个项目的组合，也即以不相冲突且能够实施本申请的方式进行“任意多个”项目的组合。

本申请中所使用的“其组合”、“其任意组合”、“其任意组合方式”等中包括所列项目中任两个或任两个以上项目的所有合适的组合方式。

本申请中，“合适的组合方式”、“合适的方式”、“任意合适的方式”等中所述“合适”，以能够实施本申请的技术方案为准。

本申请中，“优选”、“更好”仅为描述效果更好的实施方式或实施例，应当理解，并不构成对本申请保护范围的限制。如果一个技术方案中出现多处“优选”，如无特别说明，且无矛盾之处或相互制约关系，则每项“优选”各自独立。

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。

本申请中，“进一步”、“更进一步”、“特别”等用于描述目的，表示内容上的差异，但并不应理解为本申请保护范围的限制。

本申请中，“第一方面”、“第二方面”等中，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，不能理解为指示或暗示相对重要性或数量，也不能理解为隐含指明所指示的技术特征的重要性或数量。而且“第一”、“第二”等仅起到非穷举式的列举描述目的，应当理解并不构成对数量的封闭式限定。

在本申请中，涉及数据范围的单位，如果仅在右端点后带有单位，则表示左端点和右端点的单位是相同的。比如，3~5 h 或 3-5 h 均表示左端点“3”和右端点“5”的单位都是 h（小时）。

本申请实施例说明书中所提到的相关成分的重量不仅仅可以指代各组分的含量，也可以表示各组分间重量的比例关系，因此，只要是按照本申请实施例说明书相关组分的含量按比例放大或缩小均在本申请实施例说明书公开的范围之内。进一步地，本申请实施例说明书中所述的重量可以是 μg 、 mg 、 g 、 kg 等化工领域公知的质量单位。

随着科技和社会的发展，对二次电池的快充性能、循环性能、安全性能等方面提出了更高的综合性要求。其中，电解液对二次电池上述综合性能的实现具有重要影响。相较于其他种类的酯类溶剂，链状羧酸酯具有更低的凝固点和更小的黏度，可以显著增强电池的电导率，改善电池的低温性能和循环稳定性。然而，链状羧酸酯与负极的界面稳定性较差，不仅会加重极片自身存在的膨胀问题，也会影响界面存在的产气问题，造成电芯容量衰减过快，电池的循环性能恶化。此外，此类电解液在经过长时间循环使用，特别是在高温和高压下极片膨胀问题会出现恶化，这会严重影响电芯的使用寿命，甚至带来安全问题。

针对上述存在的普遍技术问题，**第一方面**，本申请提供了一种二次电池，其包括正极极片、负极极片和非水电解质；其中，所述负极极片包括负极活性材料层，所述负极活性材料层包括负极活性物质，所述负极活性物质包括石墨材料；所述非水电解质包括溶剂，所述溶剂包括第一溶剂，所述第一溶剂为链状羧酸酯；

所述负极极片的 OI 值、所述负极极片的电阻值 R 与所述第一溶剂在所述溶剂中的质量占比 W_0 满足如下关系： $0.08/\text{m}\Omega \leq W_0 \times 100 / (R \times \text{OI}) \leq 5/\text{m}\Omega$ ；

其中，所述负极极片的 OI 值是指所述石墨材料的 004 晶面衍射峰强度与 110 晶面衍射峰强度的比值； R 的单位为 $\text{m}\Omega$ 。

在本申请中，如无其他说明，电极极片可以为正极极片或负极极片，电极极片中的“活性物质”指能够可逆地嵌入与脱出活性离子能力的物质。如无其他说明，“负极活性物质”指用于负极极片的、能够可逆地嵌入与脱出活性离子能力的物质；“正极活性物质”指用于正极极片的、能够可逆地脱出与嵌入活性离子能力的物质。二次电池充电时，活性离子从正极脱出，经过电解质嵌入负极；而二次电池放电时，活性离子则从负极脱出，嵌入正极。活性离子没有特别限定，

可以为锂离子，此时对应锂离子二次电池。

在本申请中，“活性材料”和“活性物质”，具有相同含义，可以互换使用；“正极活性物质”与“正极活性材料”具有相同含义，可以互换使用；“负极活性物质”与“负极活性材料”具有相同含义，可以互换使用。

在本申请中，如无特别说明，“活性材料层”包括正极极片正极活性材料层以及负极极片负极活性材料层，根据详细的情形，可以指正极活性材料层或负极活性材料层。可以理解，正极活性材料层含有正极活性物质，负极活性材料层含有负极活性物质。

在本申请中，负极极片的 OI 值具有本领域公知的含义。负极极片的 OI 值是指负极活性材料层中石墨材料的 004 晶面衍射峰强度与 110 晶面衍射峰强度的比值，可用于表征负极活性材料层的取向性，可反映负极活性材料层中晶粒排列的各向异性程度。004 晶面对应层结构平行于电极片的石墨，110 晶面对应层结构垂直于电极片的石墨；OI 值越小，表明对活性离子（如锂离子）扩散更有利，更有利于降低极片自身膨胀。可以通过 X 射线粉末衍射仪（非限制性例如 X'pert PRO）测试 004 晶面衍射峰和 110 晶面衍射峰的强度，依据 X 射线衍射分析法通则以及石墨的点阵参数测定方法 JIS K 0131-1996、JB/T4220-2011，得到 X 射线衍射谱图，然后根据 $OI = I_{004}/I_{110}$ 得到负极活性材料层的 004 晶面衍射峰与 110 晶面衍射峰的强度之比，其中， I_{004} 为 004 晶面衍射峰的强度， I_{110} 为 110 晶面衍射峰的强度。

在一些实施方式中，负极极片的 OI 值可以通过但不限于下述方式进行调节：石墨颗粒的 OI 值、石墨颗粒的粒径（如 D_{v50} ）、负极极片的孔隙率、负极极片的压实密度、负极极片的组分种类及含量等中的至少一种参数。这对本领域技术人员来说是可以实现的。

在本申请中，负极极片电阻值 R 具有本领域的公知含义。如无其他说明，本申请中的 R 可以使用电阻仪测试获得，例如可以采用 BER1300 多功能极片电阻仪进行测试。进一步地，可以采用如下方法进行测试：将负极极片裁成一定尺寸（直径为 40mm 的小圆片）的待测样品；将待测样品放置于电阻仪（如 BER1300 多功能极片电阻仪）两个探针之间，记录电阻值测试值；取多个（如至少 5 个）待测样品，并计算多个待测样品的平均值作为负极极片电阻值 R 的测试结果。

在本申请中，“链状羧酸酯”具有本领域公知的含义。链状羧酸酯是指具有酯基（ $-C(=O)-O-$ ）结构，且该羧酸酯中不含有环结构的一类羧酸酯有机化合物。在申请中，该链状羧酸酯作为溶剂发挥作用，被记为第一溶剂。可以理解，在 $-C(=O)-O-$ 的两侧连接的均为链式结构，而非环状结构，而且 $-C(=O)-O-$ 本身也不参与成环。可以理解，该链状羧酸酯在电芯中为液态。

通过协同控制负极极片的 OI 值与链状羧酸酯溶剂在溶剂中的质量占比 W_0 ，可以兼顾二次电池的快充性能、循环性能和安全性能。当 OI 值与 W_0 满足上述关系 $0.08/m\Omega \leq W_0 \times 100/(R \times OI) \leq 5/m\Omega$ 时，一方面，非水电解质中的链状羧酸酯具有低黏度和导电性的特点，可以显著增强电池的电导率，还能改善电池的低温性能和循环稳定性，再一方面，负极极片具有合适的取向度，在活性离子（如锂离子）嵌入过程中具有合适的方向选择性，能够把活性离子嵌入膨胀（如嵌锂膨胀）分散到不同方向，从而降低极片和电芯的循环膨胀，可以有效缓解由于链状羧酸酯与负极的界面稳定性差而导致的极片自身膨胀被加剧的问题，提升电池安全性，还可以降低活性离子在负极极片传输过程中的浓差极化，与负极极片电阻值 R 搭配实现大幅度提升电池快充能力。因此，通过协同控制 OI 值、R 与 W_0 ，能够使二次电池在快充性能、循环性能和安全性能方面具有优良的综合性功能，可以兼顾较短的快充时间，较低的循环膨胀以及较高的循环容量保持率。

在本申请中， $W_0 \times 100/(R \times OI)$ 值较大时，对电池快充能力较为有利；然而该值太大又容易导致极片自身膨太大，严重恶化电芯的循环和安全性能。当 $W_0 \times 100/(R \times OI)$ 过高时，有可能导致极片脱模，致使电芯无法工作。

在一些实施方式中， $6 \leq OI \leq 25$ ；可选地， $6 \leq OI \leq 18$ ；进一步可选地， $12 \leq OI \leq 18$ 。所述负极极片的 OI 值还可以为下述任一种数值或者选自下述任两种数值构成的区间：6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25 等。所述负极极片的 OI 值可以选自下述任一种范围：6~15、12~25、6~18、14~16 等。

通过调节 OI 值在较为合适的范围内，更有利于降低在活性离子嵌入过程中的方向选择性，从而更好地活性离子嵌入膨胀分散到不同方向；此外，还可以更好地提高负极极片的活性离子传输性能。

在一些实施方式中， $1m\Omega \leq R \leq 50m\Omega$ ；可选地， $5m\Omega \leq R \leq 30m\Omega$ ；进一步可选地， $10m\Omega \leq R \leq 20m\Omega$ 。所述负极极片的电阻值 R 还可以为下述任一种数值或者选自下述任两种数值构成的区间：1 m Ω 、2 m Ω 、3 m Ω 、4 m Ω 、5 m Ω 、6 m Ω 、8 m Ω 、10 m Ω 、12 m Ω 、15 m Ω 、16 m Ω 、8 m Ω 、20 m Ω 、25

mΩ、30 mΩ、35 mΩ、40 mΩ、45 mΩ、50 mΩ 等。所述负极极片的电阻值 R 还可以选自下述任一范围：12 mΩ~18 mΩ、14 mΩ~16 mΩ、5 mΩ~20 mΩ、5 mΩ~18 mΩ、10 mΩ~18 mΩ 等。

在一些实施方式中，负极极片的电阻值 R 可以通过但不限于下述方式进行调节：负极极片的压实密度、负极极片的孔隙率、负极极片的组分种类及含量等。例如可以调整负极极片中导电剂的种类和/或含量来调控负极极片的电阻值 R。

通过将负极极片的电阻值 R 控制在一定的范围内，可以将 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 控制在更为合适的范围内，从而在较短的快充时间，较低的循环膨胀以及较高的循环容量保持率方面实现更好的综合效果，并更有利于提高负极极片的活性离子传输性能和电子传导性能。

在本申请中，所述第一溶剂在所述溶剂中的质量占比记为 W0。

在一些实施方式中， $10\% \leq W0 \leq 80\%$ 。W0 还可以为下述任一种百分数：10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80% 等，还可以选自上述任两种百分数构成的区间，例如， $20\% \leq W0 \leq 80\%$ ， $30\% \leq W0 \leq 70\%$ ， $50\% \leq W0 \leq 70\%$ ， $10\% \leq W0 \leq 60\%$ ， $20\% \leq W0 \leq 60\%$ 等。

通过将链状羧酸酯（第一溶剂）在溶剂中的含量 W0 控制在一定的范围内，可以在兼顾二次电池的快充性能、循环性能和安全性能的基础上，更有利于增强电池的电导率，还可更有利于改善二次电池的低温性能和循环稳定性。

在一些实施方式中， $0.67 \leq W0 \times 100 / OI \leq 10$ 。W0×100/OI 还可以为下述任一种数值或者选自下述任两种数值构成的区间：0.67、0.8、1、1.2、1.3、1.33、1.33±0.01、1.4、1.5、2、2.5、2.67、2.67±0.01、3、4、4.5、4.67、4.67±0.01、5、5.33、5.33±0.01、6、7、8、9、10 等。

在一些实施方式中， $1 \leq W0 \times 100 / OI \leq 10$ ；可选地， $1 \leq W0 \times 100 / OI \leq 5$ ；进一步可选地， $3 \leq W0 \times 100 / OI \leq 5$ 。

在一些实施方式中， $0.67 \leq W0 \times 100 / OI \leq 4$ ；可选地， $1 \leq W0 \times 100 / OI \leq 4$ 。

在控制 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 符合前述关系的基础上，通过 $W0 \times 100 / OI$ 进一步调控非水电解质中链状羧酸酯与负极活性材料层中晶粒排列方向的搭配情况，更易实现快充性能、循环性能和安全性能综合性能的提升。

在本申请中，所述二次电池具有如下特征： $0.08 / m\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times OI) \leq 5 / m\Omega$ 。对于本申请提供的二次电池而言， $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 还可以为下述任一种数值或者选自下述任两种数值构成的区间：0.1/mΩ、0.13/mΩ、0.15/mΩ、0.2/mΩ、0.3/mΩ、0.4/mΩ、0.5/mΩ、0.6/mΩ、.8/mΩ、1/mΩ、1.2/mΩ、1.4/mΩ、1.5/mΩ、1.6/mΩ、1.8/mΩ、2/mΩ、2.2/mΩ、2.4/mΩ、2.5/mΩ、2.6/mΩ、2.8/mΩ、3/mΩ、3.5/mΩ、3.6/mΩ、3.8/mΩ、4/mΩ、4.5/mΩ、4.8/mΩ、5/mΩ 等。

在一些实施方式中， $0.1 / m\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times OI) \leq 5 / m\Omega$ 。

在一些实施方式中， $0.1 / m\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times OI) \leq 2 / m\Omega$ 。

在协同控制负极极片的取向度和第一溶剂（链状羧酸酯）在溶剂中的含量基础上，进一步协同控制负极极片的电阻值 R，可以将 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 控制在合适的范围内，可以更好地在兼顾二次电池的快充性能、循环性能和安全性能的综合性能。

在一些实施方式中，所述二次电池满足如下特征组合： $6 \leq OI \leq 18$ ， $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$ ，且 $20\% \leq W0 \leq 80\%$ 。在其中的一些实施方式中， $12 \leq OI \leq 18$ ， $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$ ，且 $10\% \leq W0 \leq 60\%$ 。

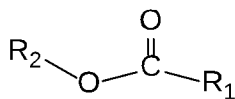
通过精细地协同控制负极极片的 OI 值为 12~18、负极极片的电阻值 R 为 10mΩ~20mΩ 和链状羧酸酯溶剂在溶剂中的质量占比 W0 为 20%~80%（进一步可选为 10%~60%），可以更好地实现快充性能、循环性能和安全性能的兼顾，更有利于使二次电池同时具有较优快充能力，较低的循环膨胀以及较高的循环容量保持率。

在一些实施方式中， $12 \leq OI \leq 18$ ， $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$ ， $20\% \leq W0 \leq 60\%$ 。

在一些实施方式中， $12 \leq OI \leq 18$ ， $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$ ，且 $50\% \leq W0 \leq 70\%$ 。

通过控制不同参数的取值情况，还可以进一步在某个或某些方面更具优势。比如， $12 \leq OI \leq 18$ ， $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$ ，且 $20\% \leq W0 \leq 60\%$ 的情形中，可以在较优综合性能基础上还具有显著优异的低循环膨胀和循环性能。再比如， $12 \leq OI \leq 18$ ， $10 m\Omega \leq R \leq 20 m\Omega$ ，且 $50\% \leq W0 \leq 70\%$ 的情形中，在较优综合性能基础上，还可以在较短的快充时间和较低的循环膨胀方面具有明显优势。

在一些实施方式中，所述第一溶剂包括结构如式(1)所示的化合物：



式(1)；R₁ 和 R₂ 分别独立地为烷基或卤代烷基。可见，R₁ 和 R₂ 不成环，如式(1)所示结构的化合物为一种链状羧酸酯。

可选地，R₁ 和 R₂ 分别独立地为 C₁₋₃ 烷基或 C₁₋₃ 卤代烷基。

可选地， R_1 和 R_2 分别独立地为 C_{1-3} 烷基或 C_{1-3} 氟代烷基。

其中， C_{1-3} 烷基可以为甲基（可记为 Me、 $-CH_3$ ）、乙基（可记为 Et、 $-CH_2CH_3$ ）或丙基，丙基可以为正丙基（可记为 1-丙基、n-Pr、n-丙基、 $-CH_2CH_2CH_3$ ）或异丙基（可记为 2-丙基、i-Pr、i-丙基、 $-CH(CH_3)_2$ ）。进一步地， C_{1-3} 烷基可以为甲基、乙基或正丙基。更进一步地，进一步地， C_{1-3} 烷基可以为甲基或乙基。

其中， C_{1-3} 卤代烷基中的碳原子可以为 1、2、或 3，也即可以为 C_1 卤代烷基、 C_2 卤代烷基或 C_3 卤代烷基。 C_{1-3} 卤代烷基中的卤素原子可以为氟。 C_{1-3} 卤代烷基中卤素原子的个数可以为 1 个或多个。 C_{1-3} 卤代烷基中卤素原子的个数为多个时，可以为 2 个至烷基氢原子全部被取代。

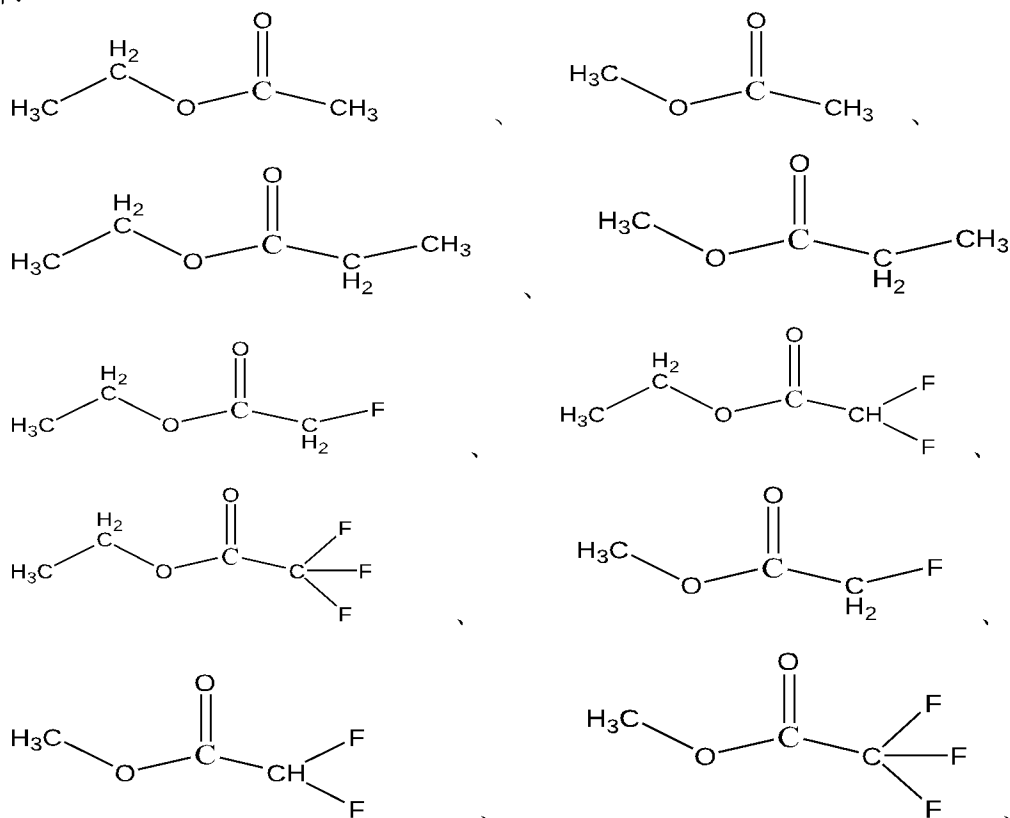
其中， C_{1-3} 氟代烷基中的碳原子可以为 1、2、或 3，也即可以为 C_1 氟代烷基、 C_2 氟代烷基或 C_3 氟代烷基。 C_{1-3} 氟代烷基中氟原子的个数可以为 1 个或多个。 C_{1-3} 氟代烷基中氟原子的个数为多个时，可以为 2 个至全氟取代。

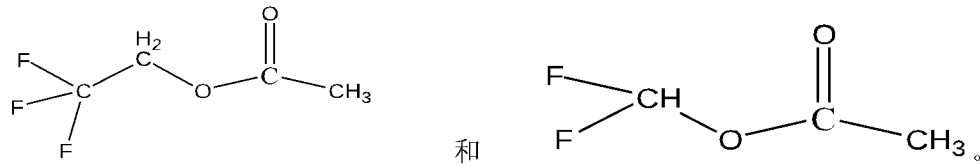
在一些实施方式中， R_1 和 R_2 分别独立地为甲基、乙基、丙基、氟代甲基、氟代乙基和氟代丙基中的一种，可选地， R_1 和 R_2 分别独立地为甲基、乙基、氟代甲基和氟代乙基中的一种。氟代甲基中的氟原子个数可以独立地为 1、2 或 3 个。氟代乙基中的氟原子个数可以独立地为 1、2、3、4、5 或 6 个，进一步可以独立地为 1、2 或 3 个。氟代丙基中的氟原子个数可以独立地为 1、2、3、4、5、6、7、8 或 9 个，进一步可以独立地为 1、2 或 3 个。

可以选择分子尺寸较小的第一溶剂，此时，第一溶剂粘度较低，有利于二次电池获得更好的快充性能。

在一些实施方式中，所述第一溶剂包括下述化合物中的一种或多种，其中可以选自下述化合物中的一种或多种： $CH_3CH_2-OC(=O)-CH_3$ （也即乙酸乙酯）、 $CH_3-OC(=O)-CH_3$ （也即乙酸甲酯）、 $CH_3CH_2-OC(=O)-CH_2CH_3$ （也即丙酸乙酯）、 $CH_3-OC(=O)-CH_2CH_3$ （也即丙酸甲酯）、 $CH_3CH_2-OC(=O)-CH_2F$ 、 $CH_3CH_2-OC(=O)-CHF_2$ 、 $CH_3CH_2-OC(=O)-CF_3$ 、 $CH_3-OC(=O)-CH_2F$ 、 $CH_3-OC(=O)-CHF_2$ 、 $CH_3-OC(=O)-CF_3$ 、 $CF_3-OC(=O)-CH_3$ 和 $CHF_2-OC(=O)-CH_3$ ；

也即，所述第一溶剂包括下述化合物中的一种或多种，其中可以选自下述化合物中的一种或多种：





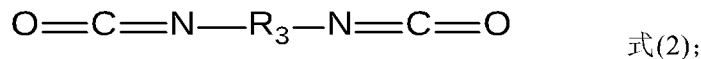
在一些实施方式中，所述第一溶剂包括下述化合物中的一种或多种：乙酸甲酯、乙酸乙酯、二氟乙酸甲酯和二氟乙酸乙酯。在其中的一些实施方式中，所述第一溶剂选自下述化合物中的一种或多种：乙酸甲酯、乙酸乙酯、二氟乙酸甲酯和二氟乙酸乙酯。

在一些实施方式中，所述非水电解质还包括第一添加剂；所述第一添加剂为二异氰酸酯。

在本申请中，二异氰酸酯指含有两个异氰酸酯基(-NCO)的化合物。

链状羧酸酯（第一溶剂）的引入有利于提高电池的快充能力，然而，由于羧酸酯与负极极片的兼容性因素，如果其用量 W_0 与负极极片的 OI 值、电阻值 R 之间的匹配性不佳，可能会加重负极极片自身存在的膨胀问题，也可能影响界面存在的产气问题，还可能造成电芯容量的衰减及电池循环性能的恶化。通过向非水电解质中引入添加剂二异氰酸酯（记为第一添加剂），可以在负极极片表面形成具有保护作用的固体电解质界面(SEI)层，该保护层可以协助活性离子嵌入到负极极片的负极活性材料层中，使得负极极片的活性离子嵌入膨胀效应能够被均匀地传导到各个方向，从而减少负极极片的循环膨胀率。此外，第一添加剂还能显著提升电解液和负极极片界面的稳定性，可以降低二次电池循环过程中电解液的消耗和负极结构的破坏，从而显著改善二次电池的循环性能。

在一些实施方式中，所述第一添加剂包括结构如下的化合物：



其中， R_3 为未取代的或 R_a 取代的 C_{1-18} 亚烷基； R_a 可以包括下述取代基中的一种或多种，其中可以选自下述取代基中的一种或多种：卤素原子（可以为氟、氯、溴和碘中的一种或多种，进一步可以为氟）、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(=O) R_{11} 、 R_{12} OC(=O)-、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 烯基、 C_{2-10} 炔基和 C_{2-10} 氧杂烷基中的一种或多种； R_{11} 和 R_{12} 分别独立地为烷基或卤代烷基。如无其他说明，“ R_a 取代的”情形中， R_a 的个数可以为 1 个或多个。

在取代基 R_a 中， R_{11} 和 R_{12} 分别独立地为烷基或卤代烷基。可选地， R_{11} 和 R_{12} 分别独立地为 C_{1-3} 烷基或 C_{1-3} 卤代烷基。进一步可选地， R_{11} 和 R_{12} 分别独立地为 C_{1-3} 烷基或 C_{1-3} 氟代烷基。

在一些实施方式中， R_{11} 和 R_{12} 分别独立地为甲基、乙基、丙基、氟代甲基、氟代乙基和氟代丙基中的一种，可选地， R_{11} 和 R_{12} 分别独立地为甲基、乙基、氟代甲基和氟代乙基中的一种。氟代甲基中的氟原子个数可以独立地为 1、2 或 3 个。氟代乙基中的氟原子个数可以独立地为 1、2、3、4、5 或 6 个，进一步可以独立地为 1、2 或 3 个。氟代丙基中的氟原子个数可以独立地为 1、2、3、4、5、6、7、8 或 9 个，进一步可以独立地为 1、2 或 3 个。

在一些实施方式中，在“ R_3 为未取代的或 R_a 取代的 C_{1-18} 亚烷基”的基础上，“ C_{1-18} 亚烷基”中的碳原子数为 1~16，进一步地，“ C_{1-18} 亚烷基”中的碳原子数还可以为下述任一种数值或选自下述任两种数值构成的区间：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 和 16。其在，任两种数值构成的区间如 1~16，2~16，4~16，6~16，1~14，2~14，4~14，6~14，1~10，2~10，4~10，6~10 等。

在一些实施方式中，在“ R_3 为未取代的或 R_a 取代的 C_{1-18} 亚烷基”的基础上， R_3 的碳原子数为 1~16，进一步地， R_3 的碳原子数还可以为下述任一种数值或选自下述任两种数值构成的区间：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 和 16。其在，任两种数值构成的区间如 1~16，2~16，4~16，6~16，1~14，2~14，4~14，6~14，1~10，2~10，4~10，6~10 等。

在一些实施方式中， R_3 为未取代的或 R_a 取代的 C_{2-10} 亚烷基、未取代的或 R_a 取代的 C_{3-18} 二价环烷基或未取代的或 R_a 取代的 C_{6-18} 亚芳基。可选地， R_3 为 C_{2-10} 亚烷基、 C_{6-18} 二价环烷基或 C_{6-18} 亚芳基；进一步可选地， R_3 为 C_{4-10} 亚烷基、 C_{6-14} 二价环烷基或 C_{6-14} 亚芳基；更进一步可选地， R_3 为 C_{4-10} 亚烷基、 C_{6-10} 二价环烷基或 C_{6-10} 亚芳基；更进一步可选地， R_3 为 C_{4-8} 亚己基、含有己环的 C_{6-10} 二价环烷基或含有苯环的 C_{6-10} 亚芳基。

在一些实施方式中， R_a 选自下述取代基中的一种或多种：卤素原子（可以为氟、氯、溴和碘中的一种或多种，进一步可以为氟）、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(=O) R_{11} 、 R_{12} OC(=O)-、 C_{1-10} 烷基、 C_{2-10} 烯基、 C_{2-10} 炔基和 C_{2-10} 氧杂烷基中的一种或多种。在其中的一些实施例中， R_a 选自下述取代基中的一种或多种：卤素原子（可以为氟、氯、溴和碘中的一种或多种，进一步可

以为氟)、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(=O)R₁₁、R₁₂OC(=O)-和 C₂₋₁₀ 氧杂烷基中的一种或多种。

在一些实施方式中, Ra 为卤素原子, 可以为氟、氯、溴和碘中的一种或多种, 进一步可以为氟。

在 R₃ 中, Ra 的个数可以为 0 个、一个或多个。Ra 的个数为 0 时, 对应于“未取代的”情形。Ra 的个数为 1 个或多个时, 对应于“Ra 取代的”情形。

在一些实施方式中, 在 R₃ 中, Ra 的个数可以为 0 个。此时, R₃ 的碳原子数可以如前文所定义。例如, R₃ 为未取代的 C₁₋₁₈ 亚烷基, 未取代的 C₁₋₁₆ 亚烷基, 未取代的 C₂₋₁₄ 亚烷基等等。

在一些实施方式中, 在 R₃ 中, Ra 的个数可以为一个或多个。

在一些实施例中, Ra 为 C₁₋₁₀ 烷基, 进一步可以为 C₁₋₃ 烷基, 进一步可以为甲基或乙基。在一些实施例中, Ra 为甲基。

在一些实施方式中, R₃ 为 C₂₋₁₀ 亚烷基、C₂₋₁₀ 杂亚烷基、C₆₋₁₈ 亚芳基、C₂₋₁₈ 杂亚芳基、C₃₋₁₈ 亚脂环基或 C₃₋₁₈ 杂亚脂环基, 前述任一种基团可以为未取代的或者为 Ra 取代的; 如无其他说明, “Ra 取代的”情形中, Ra 的个数可以为 1 个或多个。其中的 C₆₋₁₈ 亚芳基可以为 C₆₋₁₄ 亚芳基, 进一步可以为 C₆₋₁₄ 亚芳基。

在本申请中, 没有特别写明“取代的”情形时, 指“未取代的”情形。

在本申请中, 术语“烃”化合物指由碳原子和氢原子组成的化合物。烃化合物可以为饱和结构(即饱和烃), 也可以为不饱和结构(即不饱和烃), 可以含有环结构(即环烃), 也可以不含有环结构(即链烃), 可以具有芳香性(即芳烃或芳香族烃), 也可以不具有芳香性(即脂肪族烃)。饱和结构的烃, 也即饱和烃, 可以为烷烃或环烷烃。烷烃中不含有环结构, 可以为直链结构, 也可以含有支链。环烷烃中含有环结构, 环结构的个数可以为 1 个或多个, 例如 1、2 或 3 个。环烷烃为含有环结构的饱和烃, 其为非芳香族烃。具有芳香性的烃, 也即芳烃, 其中含有芳环结构。不饱和烃中可以含有碳碳双键、碳碳叁键等。不饱和烃中可以含有环结构, 也可以不含环结构。如无其他说明, “烯烃”指含有一个或多个碳碳双键的链烃, “环烯烃”指含有一个或多个碳碳双键的环烃, “炔烃”指含有一个或多个碳碳叁键的链烃, “环炔烃”指含有一个或多个碳碳叁键的环烃。“脂环烃”指含有环结构的非芳香性烃, 可以为饱和的或不饱和的, 构成不饱和键的碳原子可以为成环原子, 也可以不为成环原子, 例如, 脂环烃可以包括但不限于环烷烃、环烯烃、环炔烃等。

在本申请中, 术语“烷基”是指包含伯(正)碳原子、或仲碳原子、或叔碳原子、或季碳原子、或其组合的烃化合物失去一个氢原子生成的一价残基。包含该术语的短语, 例如, “C₁₋₁₀ 烷基”是指包含 1 至 10 个碳原子的烷基, 每次出现时, 可以互相独立地为 C₁ 烷基、C₂ 烷基、C₃ 烷基、C₄ 烷基、C₅ 烷基、C₆ 烷基、C₇ 烷基、C₈ 烷基、C₉ 烷基或 C₁₀ 烷基。

在本申请中, 术语“亚烷基”是指在烃化合物基础上除去两个氢原子衍生形成的(或者在烷基的基础上再失去一个氢原子衍生形成的)具有两个单价基团中心的二价烷基, 其可以是饱和的支链结构或饱和的直链结构。例如, “C₁₋₁₀ 亚烷基”是指烷基部分包含 1 至 10 个碳原子, 每次出现时, 可以互相独立地为 C₁ 亚烷基、C₂ 亚烷基、C₃ 亚烷基、C₄ 亚烷基、C₅ 亚烷基、C₆ 亚烷基、C₇ 亚烷基、C₈ 亚烷基、C₉ 亚烷基或 C₁₀ 亚烷基。

在本申请中, 术语“烷基”是指包含伯(正)碳原子、或仲碳原子、或叔碳原子、或季碳原子、或其组合的饱和烃失去一个氢原子生成的一价残基。包含该术语的短语, 例如, “C₁₋₁₀ 烷基”是指包含 1 至 10 个碳原子的烷基, 每次出现时, 可以互相独立地为 C₁ 烷基、C₂ 烷基、C₃ 烷基、C₄ 烷基、C₅ 烷基、C₆ 烷基、C₇ 烷基、C₈ 烷基、C₉ 烷基或 C₁₀ 烷基。合适的实例包括但不限于: 甲基(Me、-CH₃)、乙基(Et、-CH₂CH₃)、1-丙基(n-Pr、n-丙基、-CH₂CH₂CH₃)、2-丙基(i-Pr、i-丙基、-CH(CH₃)₂)、1-丁基(n-Bu、n-丁基、-CH₂CH₂CH₂CH₃)、2-甲基-1-丙基(i-Bu、i-丁基、-CH₂CH(CH₃)₂)、2-丁基(s-Bu、s-丁基、-CH(CH₃)CH₂CH₃)、2-甲基-2-丙基(t-Bu、t-丁基、-C(CH₃)₃)、1-戊基(n-戊基、-CH₂CH₂CH₂CH₂CH₃)、2-戊基(-CH(CH₃)CH₂CH₂CH₃)、3-戊基(-CH(CH₂CH₃)₂)、2-甲基-2-丁基(-C(CH₃)₂CH₂CH₃)、3-甲基-2-丁基(-CH(CH₃)CH(CH₃)₂)、3-甲基-1-丁基(-CH₂CH₂CH(CH₃)₂)、2-甲基-1-丁基(-CH₂CH(CH₃)CH₂CH₃)、1-己基(-CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₃)、2-己基(-CH(CH₃)CH₂CH₂CH₂CH₃)、3-己基(-CH(CH₂CH₃)(CH₂CH₂CH₃))、2-甲基-2-戊基(-C(CH₃)₂CH₂CH₂CH₃)、3-甲基-2-戊基(-CH(CH₃)CH(CH₃)CH₂CH₃)、4-甲基-2-戊基(-CH(CH₃)CH₂CH(CH₃)₂)、3-甲基-3-戊基(-C(CH₃)(CH₂CH₃)₂)、2-甲基-3-戊基(-CH(CH₂CH₃)CH(CH₃)₂)、2,3-二甲基-2-丁基(-C(CH₃)₂CH(CH₃)₂)、3,3-二甲基-2-丁基(-CH(CH₃)C(CH₃)₃)和辛基(-CH₂)₇CH₃。

在本申请中, 术语“亚烷基”是指在烷基基础上除去两个氢原子衍生形成的(或者在烷基的

基础上再失去一个氢原子衍生形成的)具有两个单价基团中心的二价烃基,其可以是饱和的支链结构或饱和的直链结构。例如,“C₁~C₁₀亚烷基”是指烷基部分包含1至10个碳原子,每次出现时,可以互相独立地为C₁亚烷基(也即亚甲基)、C₂亚烷基(也即亚乙基)、C₃亚烷基(也即亚丙基)、C₄亚烷基(也即亚丁基)、C₅亚烷基(也即亚戊基)、C₆亚烷基(也即亚己基)、C₇亚烷基(也即亚庚基)、C₈亚烷基(也即亚辛基)、C₉亚烷基(也即亚壬基)或C₁₀亚烷基(也即亚癸基)。合适的实例包括但不限于:亚甲基(-CH₂-)、1,1-乙基(-CH(CH₃)-)、1,2-乙基(-CH₂CH₂-)、1,1-丙基(-CH(CH₂CH₃)-)、1,2-丙基(-CH₂CH(CH₃)-)、1,3-丙基(-CH₂CH₂CH₂-)和1,4-丁基(-CH₂CH₂CH₂CH₂-)。

在本申请中,术语“烯基”是指链状结构的烯烃化合物失去一个氢原子生成的一价残基,该氢原子可以位于碳碳双键上,也可以位于碳碳双键的烷基取代基上。包含该术语的短语,例如,“C₂~C₁₀烯基”是指包含2至10个碳原子的烯基,每次出现时,可以互相独立地为C₂烯基、C₃烯基、C₄烯基、C₅烯基、C₆烯基、C₇烯基、C₈烯基、C₉烯基或C₁₀烯基。合适的实例包括但不限于:乙烯基(CH₂=CH-)、烯丙基(CH₂=CH-CH₂-)、CH₃-CH=CH-等。

在本申请中,术语“炔基”是指链状结构的炔烃化合物失去一个氢原子生成的一价残基,该氢原子可以位于碳碳叁键上,也可以位于碳碳叁键的烷基取代基上。包含该术语的短语,例如,“C₂~C₁₀炔基”是指包含2至10个碳原子的炔基,每次出现时,可以互相独立地为C₂炔基、C₃炔基、C₄炔基、C₅炔基、C₆炔基、C₇炔基、C₈炔基、C₉炔基或C₁₀炔基。合适的实例包括但不限于:乙炔基(CH≡C-)、炔丙基(CH≡C-CH₂-)、CH₃-C≡C-等。






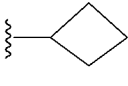
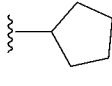
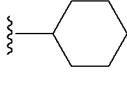
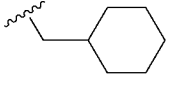
本申请中,术语“杂烷基”是指在烷基的基础上至少一个碳原子被杂原子所替代;杂原子为非碳氢原子,可以为但不限于N原子、O原子、S原子、P原子等。以下以O、N、S为例进行说明。例如,如果烷基中连接至相邻基团的碳原子被杂原子O、N、S代替,所得到的杂烷基分别是烷氧基(例如,-OCH₃等)、氨基(例如,-NHCH₃、-N(CH₃)₂等)或硫代烷基(例如,-SCH₃)。如果烷基中不与相邻基团直接相连的碳原子被杂原子O、N、S代替,所得到的杂烷基分别是烷氧基烷基(例如,-CH₂CH₂-O-CH₃等)、烷氨基烷基(例如,-CH₂NHCH₃、-CH₂N(CH₃)₂等)或烷硫基烷基(例如,-CH₂-S-CH₃)。如果烷基的末端碳原子被杂原子代替,所得到的杂烷基可以是羟基烷基(例如,-CH₂CH₂-OH)、氨基烷基(例如,-CH₂NH₂)或巯基氨基(例如,-CH₂CH₂-SH)。包含该术语“杂烷基”的短语,例如,“C₁~C₁₀杂烷基”是指包含1至10个碳原子的杂烷基,每次出现时,可以互相独立地为C₁杂烷基、C₂杂烷基、C₃杂烷基、C₄杂烷基、C₅杂烷基、C₆杂烷基、C₇杂烷基、C₈杂烷基、C₉杂烷基或C₁₀杂烷基。


在本申请中,术语“烷氧基”指烷基与-O-连接形成的一价基团。包含该术语的短语,例如,“C₁~C₁₀氧杂烷基”是指包含1至10个碳原子的烷氧基,每次出现时,可以互相独立地为C₁烷氧基、C₂烷氧基、C₃烷氧基、C₄烷氧基、C₅烷氧基、C₆烷氧基、C₇烷氧基、C₈烷氧基、C₉烷氧基或C₁₀烷氧基。合适的示例可以包括但不限于甲氧基(CH₃O-)、乙氧基(CH₃CH₂O-)等。

在本申请中,术语“氧杂烷基”指在烷基的基础上至少一个碳原子被氧原子所替代,该氧原子可以位于烷基的连接位点处,也可以不位于连接位点处。氧原子的个数可以为1个或多个。以一个氧原子杂化为例,如烷氧基、烷氧基烷基等。包含该术语的短语,例如,“C₁~C₁₀氧杂烷基”是指包含1至10个碳原子的氧杂烷基,每次出现时,可以互相独立地为C₁氧杂烷基、C₂氧杂烷基、C₃氧杂烷基、C₄氧杂烷基、C₅氧杂烷基、C₆氧杂烷基、C₇氧杂烷基、C₈氧杂烷基、C₉氧杂烷基或C₁₀氧杂烷基。

在本申请中,术语“杂亚烷基”也称为“二价杂烷基”,是指在杂烷基的基础上再失去一个氢原子衍生形成的具有两个单价基团中心的二价杂烃基(该氢原子可以位于碳原子上,也可以位于杂原子上),或者指在亚烷基的基础上至少一个碳原子被杂原子所替代(任一个杂原子可以位于亚烷基的连接位点处,也可以不位于连接位点处);杂原子可以为但不限于N原子、O原子、S原子、P原子等。包含该术语的短语,例如,“C₁~C₁₀杂亚烷基”是指包含1至10个碳原子的杂亚烷基,每次出现时,可以互相独立地为C₁杂亚烷基、C₂杂亚烷基、C₃杂亚烷基、C₄杂亚烷基、C₅杂亚烷基、C₆杂亚烷基、C₇杂亚烷基、C₈杂亚烷基、C₉杂亚烷基或C₁₀杂亚烷基。

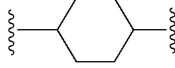
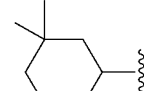
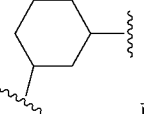
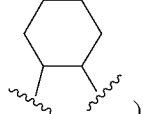
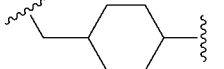
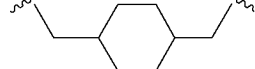
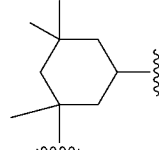
在本申请中,术语“环烷基”,是指饱和环烷烃失去一个环上的或非环上的氢原子生成的一价残基,既可以直接在环上形成单价的连接位点,也可以在环上的烷基取代基位置形成单价的连接位点。包含该术语的短语,例如,“C₃~C₁₀环烷基”是指包含3至10个碳原子的环烷基,每次出现时,可以互相独立地为C₃环烷基、C₄环烷基、C₅环烷基、C₆环烷基、C₇环烷基、C₈环烷基、C₉环烷基或C₁₀环烷基。环烷基中的环结构个数可以为1个或多个,例如1、2或3个。环烷基中

任一个环结构的成环原子数可以为 3~8, 例如 3、4、5、6、7 或 8; 例如丙环 ()、丁环 ()、戊环 ()、己环 ()、庚环或辛环。直接在环上形成单价连接位点的情形可以包括但不限于: 环丙基 ()、环丁基 ()、环戊基 ()、环己基 ()和环庚基。从环上的烷基取代基位置形成单价连接位点的情形可以包括但不限于一种含有己环的 C₇ 环烷基) ()。

本申请中, 如无其他说明, 结构式中位于末端的“”表示共价键的连接位点。

在本申请中, 术语“亚脂环基”也称为“二价脂环基”, 是指在脂环烃基础上失去两个环上的或非环上的氢原子衍生形成的二价残基, 所失去的任一个氢原子既可以在环上, 也可以不在环上, 也即既可以直接在环上形成单价的连接位点, 也可以在环上的烷基取代基位置形成单价的连接位点。亚脂环基可以包括但不限于二价环烷基、二价环烯基、二价环炔基等。包含该术语的短语, 例如, “C₃₋₁₀亚脂环基”是指包含 3 至 10 个碳原子的亚脂环基, 每次出现时, 可以互相独立地为 C₃亚脂环基、C₄亚脂环基、C₅亚脂环基、C₆亚脂环基、C₇亚脂环基、C₈亚脂环基、C₉亚脂环基或 C₁₀亚脂环基。

在本申请中, 术语“二价环烷基”也称为“亚环烷基”, 是指在环烷烃基础上除去两个氢原子衍生形成的(或者在环烷基的基础上再失去一个氢原子衍生形成的)具有两个单价基团中心的二价饱和烃基, 任一个单价基团中心的位置可以独立地位于环上或者不位于环上。包含该术语的短语, 例如, “C₃₋₁₀二价环烷基”是指包含 3 至 10 个碳原子的二价环烷基, 每次出现时, 可以互相独立地为 C₃二价环烷基、C₄二价环烷基、C₅二价环烷基、C₆二价环烷基、C₇二价环烷基、C₈二价环烷基、C₉二价环烷基或 C₁₀二价环烷基。“二价环烷基”中的碳原子数可以为 3~10 个, 可以为 3、4、5、6、7、8、9 或 10 个, 例如可以为 6~10 个。二价环烷基中的环结构个数可以为 1 个或多个, 例如 1、2 或 3 个。“二价环烷基”中任一个环结构的成环原子数可以为 3~8, 可以为 3、4、5、6、7 或 8。非限制性示例, “C₆₋₁₀二价环烷基”指含有 6~10 个碳原子数的二价环烷基, 其中一个环结构的成环原子数没有特别限制。“含有己环的 C₆₋₁₀二价环烷基”是指含有己环且含有 6~10 个碳原子的二价环烷基, 例如, 二价环己基(如 1,4-位结构

)、1,3-位结构  或 1,2-位结构 )、)、)、)、 等。

在本申请中, 术语“二价环烯基”也称为“亚环烯基”, 是指在环烯烃基础上除去两个氢原子衍生形成的具有两个单价基团中心的二价不饱和烃基, 任一个单价基团中心的位置可以独立地位于环上或者不位于环上。包含该术语的短语, 例如, “C₃₋₁₀二价环烯基”是指包含 3 至 10 个碳原子的二价环烯基, 每次出现时, 可以互相独立地为 C₃二价环烯基、C₄二价环烯基、C₅二价环烯基、C₆二价环烯基、C₇二价环烯基、C₈二价环烯基、C₉二价环烯基或 C₁₀二价环烯基。

在本申请中, 术语“杂亚脂环基”也称为“二价杂脂环基”, 是指在亚脂环基的基础上至少一个烷基部位的碳原子被杂原子所替代; 该杂原子可以位于亚脂环基的连接位点处, 也可以不位于连接位点处; 该杂原子可以位于环上, 也可以不位于环上; 杂原子可以为但不限于 N 原子、O 原子、S 原子、P 原子等。该杂原子可以位于亚脂环基的连接位点处(也即末端), 也可以不位于连接位点处。包含该术语的短语, 例如, “C₃₋₁₀杂亚脂环基”是指包含 3 至 10 个碳原子的杂亚脂环基, 每次出现时, 可以互相独立地为 C₃杂亚脂环基、C₄杂亚脂环基、C₅杂亚脂环基、C₆杂亚脂环基、C₇杂亚脂环基、C₈杂亚脂环基、C₉杂亚脂环基或 C₁₀杂亚脂环基。

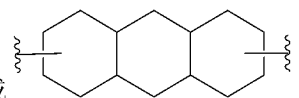
本申请中, 术语“亚芳基”是指在芳烃的基础上失去两个氢原子形成的具有两个单价基团中心的二价残基(失去的任一个氢原子可以独立地位于芳环上, 也可以不位于芳环上)。亚芳基可

以为单环亚芳基、或稠环亚芳基、或多环亚芳基，对于多环的环种，至少一个是芳族环系。例如，“C₆₋₁₄亚芳基”是指包含6至14个碳原子的亚芳基，每次出现时，可以互相独立地为C₆亚芳基、C₇亚芳基、C₈亚芳基、C₉亚芳基、C₁₀亚芳基、C₁₁亚芳基、C₁₂亚芳基、C₁₃亚芳基或C₁₄亚芳基。合适的实例包括但不限于衍生自下述芳环的亚芳基：苯、联苯、二苯甲撑、萘、蒽、菲、二萘嵌苯、三亚苯或前述任一种的烃基取代形式，如甲苯、二甲苯、四甲苯、乙苯、二甲基联苯等。

在本申请中，术语“杂亚芳基”也称为“二价杂芳基”，是指在亚芳基的基础上至少一个碳原子被杂原子所替代；任一个杂原子可以位于亚芳基的连接位点处，也可以不位于连接位点处；任一个杂原子可以位于芳环上，也可以不位于芳环上；杂原子可以为但不限于N原子、O原子、S原子、P原子等。包含该术语的短语，例如，“C₂₋₁₀杂亚芳基”是指包含2至10个碳原子的杂亚芳基，每次出现时，可以互相独立地为C₂杂亚芳基、C₃杂亚芳基、C₄杂亚芳基、C₅杂亚芳基、C₆杂亚芳基、C₇杂亚芳基、C₈杂亚芳基、C₉杂亚芳基或C₁₀杂亚芳基。

在一些实施方式中，R₃为C₁₋₈亚烷基、C₆₋₁₄亚芳基、-(Z₁)_{p1}-C_A-(Z₂)_{p2}-和-(Z₁)_{q1}-C_{A1}-(Z₃)_{q3}-C_{A2}-(Z₂)_{q2}-中的任一种，或前述任一种二价基团中的一个或多个氢原子被取代基R_a取代形成的二价基团；其中，Z₁、Z₂和Z₃各自独立地为一个共价键或C₁₋₃亚烷基，C_A为C₄₋₁₄二价脂环基，C_{A1}和C_{A2}各自独立地为C₅₋₁₂二价脂环基，p₁、p₂、q₁、q₂和q₃各自独立地为0或1。

在一些实施方式中，Z₁、Z₂和Z₃各自独立地为一个共价键或亚甲基。



在一些实施方式中，C_A为二价环丁基、二价环戊基、二价环己基或

在一些实施方式中，C_{A1}和C_{A2}各自独立地为C₅₋₁₂二价脂环基；可选地，C_{A1}和C_{A2}各自独立地为C₄₋₆二价脂环基；进一步可选地，C_{A1}和C_{A2}各自独立地为二价环戊基或二价环己基；更进一步可选地，C_{A1}和C_{A2}各自独立地为二价环戊基。

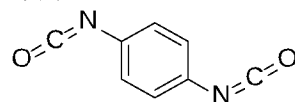
在一些实施方式中，R₃为亚甲基、亚乙基、亚丙基、亚丁基、亚戊基、亚己基、亚苯基、-CH₂-Ph-CH₂-、亚萘基、亚蒽基、-Ph-CH₂-Ph-、-Ph-Ph-、二价环丁基、二价环戊基、二价环己基、

，或前述任一种二价基团中的一个或多个氢原子被取代基R_a取代形成的二价基团；其中，Ph为苯环。

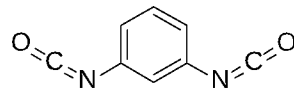
在本申请中，中的两个“”表示从环上的任意位置引出两个单键从而形成两个单价位点，这个两个单价位点可以位于相同的环，也可以位于不同的环，可以位于不同的成环原子，也可以位于同一个成环原子，但可以优选两个单键从不同的成环原子引出。

在一些实施方式中，任一个R_a独立地为卤素原子或C₁₋₃烷基；进一步可选地，任一个R_a独立地为氟原子、甲基或乙基；更进一步可选地，任一个R_a独立地为氟原子或甲基。

在一些实施方式中，所述第一添加剂包括如下化合物中的一种或多种：



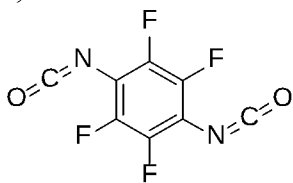
(1,4-苯二异氰酸酯，1,4-diisocyanatobenzene)、



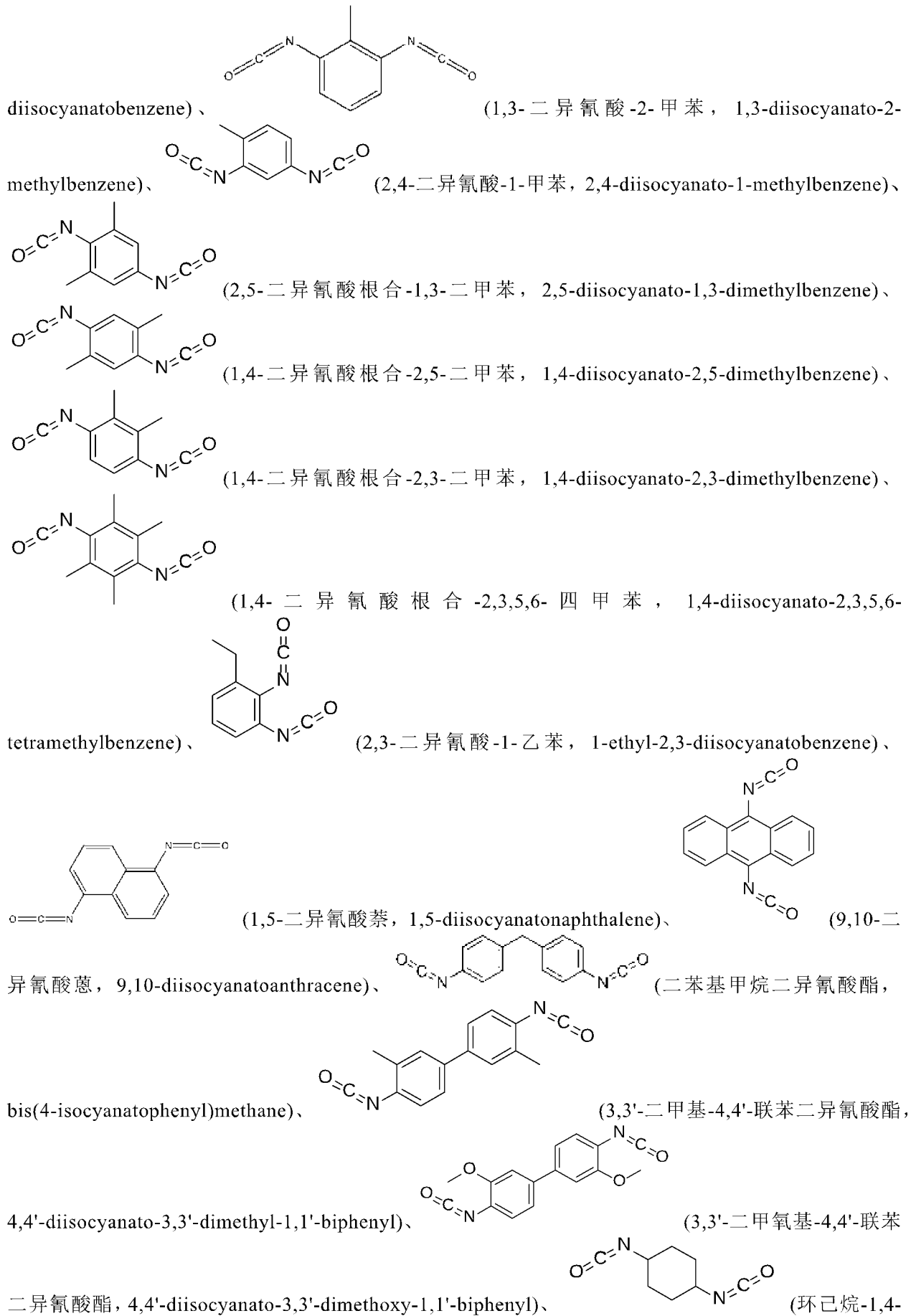
(1,3-苯二异氰酸酯，1,3-

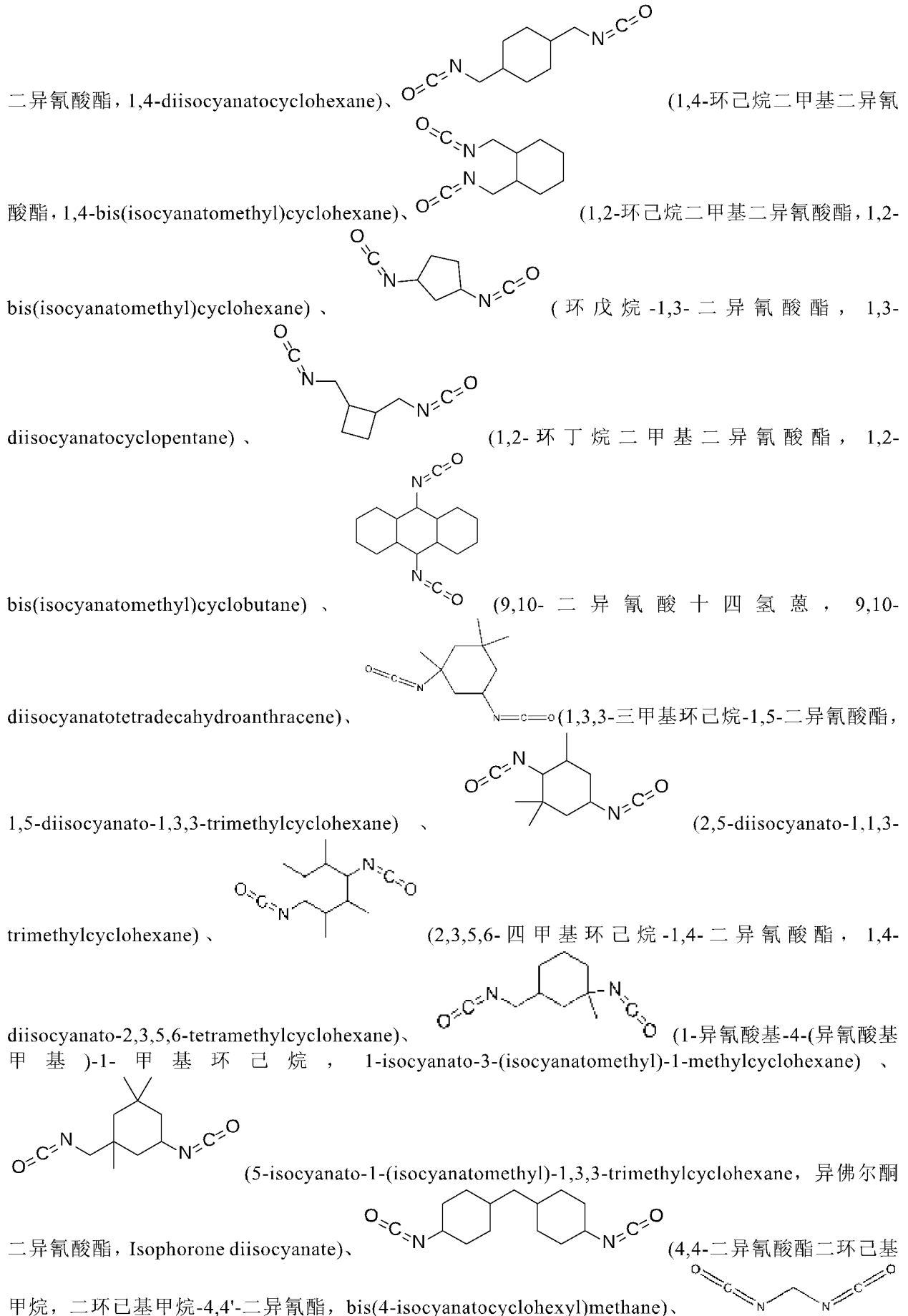
diisocyanatobenzene)、 (1,3-bis(isocyanatomethyl)benzene, 间苯二甲

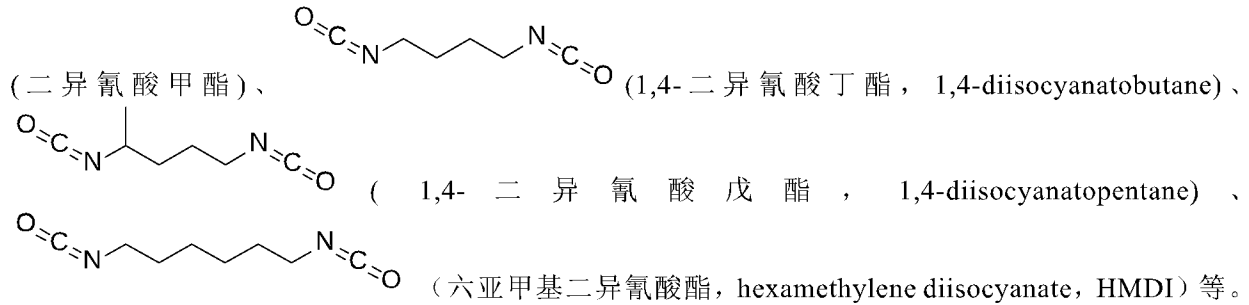
基异氰酸酯)、



(2,3,5,6-四氟苯二异氰酸酯，1,2,4,5-tetrafluoro-3,6-





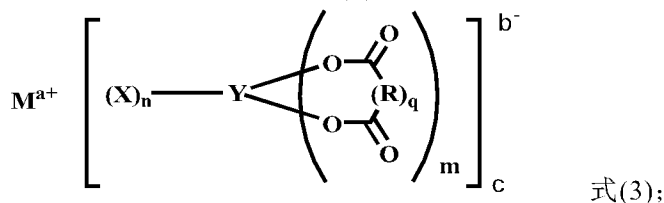


在一些实施方式中, 所述第一添加剂下述化合物中的一种或多种: 1,4-苯二异氰酸酯、1,3-苯二异氰酸酯、间苯二甲基异氰酸酯、2,3,5,6-四氟苯二异氰酸酯、1,3-二异氰酸-2-甲苯、2,4-二异氰酸-1-甲苯、2,5-二异氰酸根合-1,3-二甲苯、1,4-二异氰酸根合-2,5-二甲苯、1,4-二异氰酸根合-2,3-二甲苯、1,4-二异氰酸根合-2,3,5,6-四甲苯、2,3-二异氰酸-1-乙苯、1,5-二异氰酸萘、9,10-二异氰酸蒽、二苯基甲烷二异氰酸酯、3,3'-二甲基-4,4'-联苯二异氰酸酯、3,3'-二甲氧基-4,4'-联苯二异氰酸酯、环己烷-1,4-二异氰酸酯、1,4-环己烷二甲基二异氰酸酯、1,2-环己烷二甲基二异氰酸酯、环戊烷-1,3-二异氰酸酯、1,2-环丁烷二甲基二异氰酸酯、9,10-二异氰酸十四氢蒽、1,3,3-三甲基环己烷-1,5-二异氰酸酯、1,1,3-三甲基环己烷-2,5-二异氰酸酯、2,3,5,6-四甲基环己烷-1,4-二异氰酸酯、1-异氰酸基-4-(异氰酸基甲基)-1-甲基环己烷、异佛尔酮二异氰酸酯、4,4-二异氰酸酯二环己基甲烷、亚甲基二异氰酸酯、1,4-二异氰酸丁酯、1,4-二异氰酸戊酯和六亚甲基二异氰酸酯。进一步地, 所述第一添加剂可以选自上述列举的二异氰酸酯中的一种或多种。

在一些实施方式中, 所述第一添加剂包括下述化合物中的一种或多种: 六亚甲基二异氰酸酯、1,4-环己烷二甲基二异氰酸酯、1,3-苯二异氰酸酯和 2,4-二异氰酸-1-甲苯。在其中的一些实施方式中, 所述第一添加剂选自下述化合物中的一种或多种: 六亚甲基二异氰酸酯、1,4-环己烷二甲基二异氰酸酯、1,3-苯二异氰酸酯和 2,4-二异氰酸-1-甲苯。

在一些实施方式中, 所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比(可记为 W1)为 0~11%。当 W1 为 0 时, 也即非水电解质中不添加第一添加剂。所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比 W1 还可以为下述任一种百分数: 0、0.005%、0.01%、0.015%、0.02%、0.05%、0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、10%、11%等, 还可以选自上述任两种百分数构成的区间, 例如 0.005%~11%、0.005%~10%、0.1%~5%、1%~5%、0~1%、0.1%~1%、0.01%~10%、1%~10%等。

在一些实施方式中, 所述非水电解质还包括第二添加剂; 所述第二添加剂包括单氟磷酸锂、二氟磷酸锂、四氟硼酸锂、式(3)所示化合物和氟磺酸盐中的一种或多种;



式(3)中, a、b 和 c 各自独立地为正整数, m 为选自 1-3 的整数, n 为选自 0-4 的整数, q 为 0 或 1; M^{a+} 为带有 a 价正电荷的金属离子; 任一个 Y 独立地为硼原子或磷原子; X 为卤素原子; 任一个 R 独立地为取代或未取代的 C₁₋₁₀ 亚烷基、取代或未取代的 C₁₋₁₀ 卤代亚烷基、取代或未取代的 C₆₋₂₀ 亚芳基、以及取代或未取代的 C₆₋₂₀ 卤代亚芳基中的一种。

在本申请中, 卤代亚烷基中的卤素原子可以为氟、氯、溴和碘中的一种或多种, 进一步可以为氟。卤代亚烷基中的卤素原子个数可以为 1 个或多个。

在本申请中, 卤代亚芳基中的卤素原子可以为氟、氯、溴和碘中的一种或多种, 进一步可以为氟。卤代亚芳基中的卤素原子个数可以为 1 个或多个。

在一些实施方式中, 任一个 R 独立地为 R_c 取代或未取代的 C₁₋₁₀ 亚烷基、R_c 取代或未取代的 C₁₋₁₀ 卤代亚烷基、R_c 取代或未取代的 C₆₋₂₀ 亚芳基、以及 R_c 取代或未取代的 C₆₋₂₀ 卤代亚芳基中的一种。R_c 取代的 C₁₋₁₀ 亚烷基中的取代基、R_c 取代的 C₁₋₁₀ 卤代亚烷基中的取代基、R_c 取代的 C₆₋₂₀ 亚芳基中的取代基和 R_c 取代的 C₆₋₂₀ 卤代亚芳基中的 R_c 取代基可以各自独立地包括下述取代基中的一种或多种: 卤素原子、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(O)R₄₁、-C(O)OR₄₂、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 烯基、C₂₋₁₀ 炔基和 C₂₋₁₀ 烷氧基; 其中, R₄₁ 和 R₄₂ 各自独立地为 C₁₋₆ 烷基, 例如甲基、乙基等。其中, R_c 取代的 C₁₋₁₀ 亚烷基中的取代基、R_c 取代的 C₁₋₁₀ 卤代亚烷基中的取代基、R_c 取代的 C₆₋₂₀ 亚

芳基中的取代基和 R_c 取代的 C₆₋₂₀ 卤代亚芳基中的 R_c 取代基可以各自独立地选自下述取代基中的一种或多种：卤素原子、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC=(O)R₄₁、-C=(O)OR₄₂、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 烯基、C₂₋₁₀ 炔基和 C₂₋₁₀ 烷氧基；其中，R₄₁ 和 R₄₂ 各自独立地为 C₁₋₆ 烷基，例如甲基、乙基等。在本申请中，如无其他说明，R 中含有取代基 R_c 时，R_c 的个数可以为 1 个或多个。

在一些实施方式中，在所述非水电解质中，M⁺ 中的 M 包括 Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Ba、Al、Fe、Cu 和 Ni 中的一种或多种。

在一些实施方式中，a、b 和 c 各自独立地为选自 1、2 或 3。

在一些实施方式中，m 为 1、2 或 3。

在一些实施方式中，n 为 0 或 1-4，进一步可以为 0、1、2、3 或 4。

在一些实施方式中，所述第二添加剂包括二氟磷酸锂、单氟磷酸锂、四氟硼酸锂、氟磺酸锂和氟磺酸钠中的一种或多种。进一步地，可以为二氟磷酸锂、单氟磷酸锂、四氟硼酸锂、氟磺酸锂和氟磺酸钠中的一种或多种。

在一些实施方式中，所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比（可记为 W₂）为 0~11%。所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比 W₂ 为下述任一种百分数：0、0.005%、0.01%、0.015%、0.02%、0.05%、0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、10%、11% 等，还可以选自上述任两种百分数构成的区间，例如 0.005%~11%、0.01%~11%、0~10%、0.005%~10%、0.01%~10%、0.05%~10%、0.05%~5% 等。当 W₂ 为 0 时，也即非水电解质中不添加第二添加剂。

第一添加剂二异氰酸酯的引入有可能加大形成的 SEI 膜的阻抗。通过向非水电解质中引入第二添加剂，可以在负极形成富含无机物的 SEI 膜，既能改善二次电池的快充性能，又能进一步改善二次电池的循环性能。

在一些实施方式中，所述负极活性物质的体积平均粒径 D_{v50} ≥ 6 μm；其中，D_{v50} 表示物质或材料的累计体积分布百分数达到 50% 时对应的粒径；可选地，所述负极活性物质的体积平均粒径 D_{v50} 为 6 μm ~ 20 μm；进一步可选地，所述负极活性物质的体积平均粒径 D_{v50} 为 15 μm ~ 20 μm。所述负极活性物质的 D_{v50} 还可以为下述任一种尺寸 6 μm、8 μm、10 μm、12 μm、15 μm、16 μm、18 μm、20 μm 等，还可以为上述任两种尺寸构成的区间。

在本申请的上下文中，可采用体积累计分布粒径 D_{vN}（其中，N 表示选自 0~100 的任意数值）来表征物质或材料的粒径尺寸，指物质或材料的累计体积分布百分数达到 N% 时所对应的粒径，粒径小于等于 D_{vN} 的体积占比为 N%。D_{vN} 可以从物质或材料粒径的体积累积分布曲线上获得，如无其他说明，体积累积分布曲线自小粒径侧从零开始累计。以 D_{v50} 为例，D_{v50} 是指物质或材料的累计体积分布百分数达到 50% 时所对应的粒径。以 D_{v50} 为例，表示占物质或材料体积 50% 的颗粒粒径小于等于 D_{v50}，且占物质或材料体积 50% 的颗粒粒径大于 D_{v50}。本领域技术人员可以理解 D_{v50} 的含义，而且可以采用本领域公知的仪器及方法进行测定。例如可以参照 GB/T 19077-2016 粒度分布激光衍射法，采用激光粒度分析仪方便地测定，如英国马尔文仪器有限公司的 Mastersizer 2000E 型激光粒度分析仪、LS-909 激光粒度仪（欧美克）。

通过控制负极活性物质的粒径具有相对较大的粒径，可以减少负极材料与电解液的接触面积，降低在负极表面与溶剂发生副反应的概率，则更有利于降低极片膨胀率，可更佳地改善电芯的循环性能。

在一些实施方式中，所述负极活性物质的 BET 比表面积为 0.5 m²/g ~ 2.0 m²/g；可选地，所述负极活性物质的 BET 比表面积为 0.8 m²/g ~ 1.5 m²/g。所述负极活性物质的 BET 比表面积还可以为下述任一种数值或者选自下述任两种数值构成的区间：0.5 m²/g、0.6 m²/g、0.8 m²/g、1 m²/g、1.5 m²/g、1.8 m²/g、2 m²/g 等。

在本申请中，负极活性物质的 BET 比表面积可以采用（但不限于）如下的方法测试获得：采用氮气吸附比表面积分析测试方法测试，并用 BET(Brunauer Emmett Teller) 法计算得出，其中氮气吸附比表面积分析测试可以通过美国 Micromeritics 公司的 Tri Star II 型比表面与孔隙分析仪进行，测试步骤可以参照 GB/T 19587-2004。待测样品：负极活性物质原料；还可以为负极极片的负极活性材料层中取样得到的负极活性物质。测试分析方法如下：将待测样品在真空干燥箱 200℃ 下干燥 2 小时；然后采用氩气作为吸附气体，通过比表面与孔隙分析仪测绘相对压力 P/P₀ 为 0~0.99 的吸脱附曲线，P 为平衡吸附压力，P₀ 为饱和蒸汽压，通过 BET 方法计算出负极活性物质的比表面积。

通过控制负极活性物质的粒径具有一定的比表面积，可以减少负极材料的表面积，进而减少负极材料与电解液接触面积，从而减少溶剂在负极表面发生副反应，更好地改善电芯的循环性能。

负极极片

本申请中，二次电池中的负极极片包括负极活性材料层，所述负极活性材料层包括负极活性物质，所述负极活性物质包括石墨材料。

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膜层，所述负极膜层包括负极活性材料层，所述负极活性材料层包括负极活性物质，所述负极活性物质包括石墨材料。

在一些实施方式中，石墨材料在负极活性物质中的重量百分比 $\geq 50\%$ 。石墨材料在负极活性物质中的重量百分比还可以为下述任一种百分数，或者大于等于下述任一种百分数，或者为下述任一种百分数至100%的区间，或者为下述任两种百分数构成的区间：50%、60%、70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%等。在一些实施方式中，石墨材料在负极活性物质中的重量百分比 $\geq 80\%$ 。在一些实施方式中，石墨材料在负极活性物质中的重量百分比为100%。

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，负极膜层设置在负极集流体相对的两个表面中的任意一者或两者上。

在一些实施方式中，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层上而得到。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，该高分子材料基层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。

在一些实施方式中，负极活性物质中的石墨材料可以包括人造石墨和天然石墨中的一种或多种。负极活性物质还可以包括本领域公知的用于电池的其他负极活性物质。作为非限制性示例，负极活性物质还可以包括以下材料中的一种或多种：软炭、硬炭、硅基材料、锡基材料和钛酸锂等。所述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。所述锡基材料可包括单质锡、锡氧化合物以及锡合金中的一种或多种。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物质的传统材料，只要其中含有石墨材料。这些负极活性物质可以仅单独使用石墨材料一种，也可以将两种以上组合使用（此时至少包括石墨材料）。

在一些实施例中，负极活性物质包括人造石墨。

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。

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。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括其他助剂，例如增稠剂等。增稠剂的非限制性示例可以包括羧甲基纤维素钠（CMC-Na）等。

在一些实施方式中，可以通过以下方式制备负极极片：将上述用于制备负极极片的组分，例如负极活性物质、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，经烘干、压实（压实可以采用冷压方式）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%。负极极片的压实密度可以为 $1.4 \text{ g/cm}^3 \sim 1.95 \text{ g/cm}^3$ ，进一步可选为 $1.5 \text{ g/cm}^3 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ 。

在本申请中，wt%表示重量百分含量。

正极极片

在本申请中，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上的正极膜层，该正极膜层包括正极活性材料层，进一步地，正极活性材料层包括正极活性物质。

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层上而形成；金属材料可以包括铝、铝合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等中的一种或多种；高分子材料基层的非限制性示例包括聚丙烯（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)等材质的基材。

在本申请的一些实施方式中,所述正极活性物质包括锂离子材料;进一步地,所述二次电池为锂离子二次电池。

在本申请的一些实施方式中,所述二次电池为锂离子二次电池。锂离子二次电池利用锂离子在电极的嵌入与脱嵌以及在电解质中的传输实现充放电过程。通常而言,锂离子二次电池中的活性离子为锂离子,但不限于此。

正极活性物质可采用本领域公知的用于电池的正极活性物质。作为非限制性示例,正极活性物质可包括以下材料或物质中的一种或多种: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或物质,还可以使用其他可被用作电池正极活性物质的传统材料或物质。这些正极活性物质可以仅单独使用一种,也可以将两种以上组合使用。其中,锂过渡金属氧化物的非限制性示例可包括但不限于锂钴氧化物、锂镍氧化物、锂锰氧化物、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、锂镍钴铝氧化物及其改性化合物等中的一种或多种。锂钴氧化物的非限制性示例包括 LiCoO_2 ;锂镍氧化物的非限制性示例包括 LiNiO_2 ;锂锰氧化物的非限制性示例包括 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 等;锂镍钴锰氧化物的非限制性示例包括 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ (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包括 $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。橄榄石结构的含锂磷酸盐的非限制性示例可包括但不限于磷酸铁锂、磷酸铁锂与碳的复合材料、磷酸锰锂、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一种或多种。磷酸铁锂的非限制性示例包括 LiFePO_4 (也可以简称为LFP);磷酸锰锂的非限制性示例包括 LiMnPO_4 。

在一些实施方式中,所述正极活性物质可以包括但不限于下述材料中的一种或多种:磷酸铁锂、磷酸锰铁锂、锂钴氧化物、锂镍氧化物、锂锰氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物、锂镍钴铝氧化物、钠氧化物和钾氧化物,以及前述任一种物质与掺杂元素构成的材料;进一步地,任一种正极活性物质中的掺杂元素独立地包括过渡金属元素和非过渡金属元素中的一种或多种。

在一些实施方式中,正极膜层还可选地包括粘结剂。作为非限制性示例,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一种或多种。

在一些实施方式中,正极膜层还可选地包括导电剂。作为非限制性示例,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一种或多种。

在一些实施方式中,可以通过以下方式制备正极极片:将上述用于制备正极极片的组分,例如正极活性物质、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、压实(压实可以采用冷压方式)等工序后,即可得到正极极片。溶剂的种类可以包括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。正极浆料的固含量可以为40wt%~80wt%。正极极片的压实密度可以为3.0~3.6 g/cm³,可选为3.3~3.5 g/cm³。

电解质

电解质具有在正极极片和负极极片之间传导活性离子的作用。本申请中的电解质包括电解液。

在一些实施方式中,所述电解液为非水电解质。所述非水电解质可以包括电解质盐和溶剂。在锂离子二次电池中,电解质盐可以包括电解质锂盐。

在一些实施方式中,电解质锂盐可包括六氟磷酸锂(LiPF_6)、四氟硼酸锂(LiBF_4)、高氯酸锂(LiClO_4)、六氟砷酸锂、双氟磺酰亚胺锂(LiFSI)、双三氟甲磺酰亚胺锂(LiTFSI)、三氟甲磺酸锂、二氟磷酸锂、二氟草酸硼酸锂、二草酸硼酸锂、二氟二草酸磷酸锂及四氟草酸磷酸锂中的一种或多种。

在一些实施方式中,该溶剂为有机溶剂。

在本申请中,非水电解质中的溶剂包括链状羧酸酯(记为第一溶剂)。第一溶剂的定义如前所述。

在一些实施方式中,除包括第一溶剂外,所述溶剂还可以包括醚类溶剂和碳酸酯类溶剂中的一种或多种。上述碳酸酯类溶剂可以包括碳酸酯及卤代碳酸酯中的一种或多种,作为非限制性示例,例如碳酸乙烯酯(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)以及前述任一种的氟代物中的一种或多种。

在另一些实施方式中,所述溶剂除包括第一溶剂外,还可以包括碳酸乙烯酯(EC, ethylene carbonate)、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、碳酸乙丙酯、碳酸亚丁酯、氟代碳酸亚乙酯、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。

在一些实施方式中,所述溶剂除包括第一溶剂外,还包括碳酸乙烯酯(EC)和碳酸甲乙酯(EMC)中的一种或多种。在一些实施例中,所述溶剂包括碳酸乙烯酯。在一些实施例中,所述溶剂包括碳酸甲乙酯。在一些实施例中,所述溶剂包括碳酸乙烯酯和碳酸甲乙酯,进一步地,碳酸乙烯酯和碳酸甲乙酯的体积比可以为3:7,但不限于此。

在一些实施例中,所述溶剂为第一溶剂、碳酸乙烯酯和碳酸甲乙酯的组合。

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,所述添加剂可以包括碳酸亚乙烯酯(VC)、碳酸乙烯亚乙酯(VEC)、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)、甲烷二磺酸亚甲酯(MMDS)、1-丙烯-1,3-磺酸内酯(PST)、亚硫酸乙烯酯(ES)、亚硫酸丙烯酯(PS)、硫酸乙烯酯(DTD)、丁二腈(SN)、己二腈(AND)、磺酸酯环状季铵盐、三(三甲基硅烷)磷酸酯(TMSP)、三(三甲基硅烷)硼酸酯(TMSB)及苯甲醚中的一种或多种。

在一些实施方式中,所述添加剂包括第一添加剂和第二添加剂中的一种或多种。

在一些实施方式中,所述添加剂包括第一添加剂。

在一些实施方式中,所述添加剂包括第二添加剂。

在一些实施方式中,所述添加剂包括第一添加剂和第二添加剂。

第一添加剂和第二添加剂的定义如前所述,包括但不限于种类和用量。

隔离膜

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

在一些实施方式中,隔离膜的材质可包括玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的一种或多种。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。

电极组件、电化学储能装置、二次电池

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,电化学储能装置可包括外包装。该外包装可用于封装上述电极组件及电解质。

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

在一些实施方式中,二次电池的外包装可以是硬壳,例如硬塑料壳、铝壳、钢壳等。二次电池的外包装也可以是软包,例如袋式软包。软包的材质可以是塑料,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。

本申请对二次电池的形状没有特别的限制,其可以是圆柱形、方形或其他任意的形状。例如,图1是作为一个示例的方形结构的二次电池5。

在一些实施方式中,参照图2,外包装可包括壳体51和盖板53。其中,壳体51可包括底板和连接于底板上的侧板,底板和侧板围合形成容纳腔。壳体51具有与容纳腔连通的开口,盖板53能够盖设于所述开口,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实际需求进行选择。

在一些实施方式中,所述二次电池具有如下的一种或多种效果:

快充时间:快充时间 $\leq 35\text{min}$,进一步可以 $\leq 33\text{min}$,更进一步可以 $\leq 32\text{min}$,更进一步可以 $\leq 30\text{min}$,更进一步可以 $\leq 28\text{min}$;

负极极片膨胀:45℃循环至80%SOH负极极片膨胀率 $\leq 36\%$,进一步可以 $\leq 35.5\%$,更进一步可以 $\leq 33\%$,更进一步可以 $\leq 32\%$,更进一步可以 $\leq 30\%$,更进一步可以 $\leq 25.8\%$;

循环性能:45℃循环至80%SOH对应的圈数 ≥ 800 ,进一步可以 ≥ 900 ,更进一步可以 ≥ 950 ,更进一步可以 ≥ 1000 ,更进一步可以 ≥ 1100 ,更进一步可以 ≥ 1150 ,更进一步可以 ≥ 1200 ;

产气性能：60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 9\%$ ，进一步可以 $\leq 8\%$ ，更进一步可以 $\leq 7.5\%$ ，更进一步可以 $\leq 7\%$ 。

在一些实施方式中，所述二次电池在具有优良的快充能力、循环性能和安全性能的综合性能基础上，还具有优良的存储性能。在一些实施例中，60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 85\%$ ，进一步可以 $\geq 88\%$ ，更进一步可以 $\geq 90\%$ ，更进一步可以 $\geq 95\%$ 。

一些实施例中，快充时间 $\leq 35\text{min}$ ，45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率 $\leq 33\%$ ，45℃循环至 80%SOH 对应的圈数 ≥ 900 ，60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 8\%$ ，进一步地，还满足 60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 88\%$ 。

一些实施例中，快充时间 $\leq 33\text{min}$ ，45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率 $\leq 32\%$ ，45℃循环至 80%SOH 对应的圈数 ≥ 1000 ，60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 8\%$ ，进一步地，还满足 60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 90\%$ 。

一些实施例中，快充时间 $\leq 30\text{min}$ ，45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率 $\leq 30\%$ ，45℃循环至 80%SOH 对应的圈数 ≥ 950 ，60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 8\%$ ，进一步地，还满足 60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 90\%$ 。

一些实施例中，快充时间 $\leq 35\text{min}$ ，45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率 $\leq 32\%$ ，45℃循环至 80%SOH 对应的圈数 ≥ 900 ，60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 7\%$ ，进一步地，还满足 60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 88\%$ 。

一些实施例中，快充时间 $\leq 30\text{min}$ ，45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率 $\leq 30\%$ ，45℃循环至 80%SOH 对应的圈数 ≥ 1000 ，60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 7\%$ ，进一步地，还满足 60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 90\%$ 。

一些实施例中，快充时间 $\leq 32\text{min}$ ，45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率 $\leq 33\%$ ，45℃循环至 80%SOH 对应的圈数 ≥ 1100 ，60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 7.5\%$ ，进一步地，还满足 60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 90\%$ 。

一些实施例中，快充时间 $\leq 28\text{min}$ ，45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率 $\leq 28\%$ ，45℃循环至 80%SOH 对应的圈数 ≥ 1200 ，60℃存储 30D 电芯膨胀率 $\leq 7.5\%$ ，进一步地，还满足 60℃存储 30D 容量保持率 $\geq 95\%$ 。

第二方面，本申请提供了一种用电装置，其包括本申请第一方面所述二次电池。

所述二次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。所述用电装置可以包括移动设备、机动车辆、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；机动车辆例如可以是纯电动车、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，但不限于此。

作为所述用电装置，可以根据其使用需求来选择二次电池。

图 3 是作为一个示例的用电装置 6。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，说明本申请的一些实施例。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，按照上文中的描述进行，或者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，或者可通过市购产品按照常规方式合成。

实施例 1.

1. 负极极片的制备

1.1. 负极活性物质的种类根据表 1 选取，选取具有一定体积平均粒径 D_{v50} 和 BET 比表面积的负极活性物质。

(1) 粒径测试

样本制备：负极活性物质原料；还可以为负极极片的负极活性材料层中取样得到的负极活性物质。为了避免干燥过程的团聚影响粒度的测试，取洗涤后湿润样品进行分散测试。

粒径尺寸类型：体积平均粒径 D_{v50} 的测试。

设备型号：马尔文 3000 (MasterSizer 3000) 激光粒度仪，参考标准流程：GB/T19077-2016/ISO 13320:2009。

测试流程：取待测样品适量（样品浓度满足 8%~12%遮光度即可），加入 20 mL 无水乙醇，超声处理 5 min（53KHz/120W），使样品完全分散，之后按照 GB/T19077-2016/ISO 13320:2009 标准对样品进行测定。

(2) 负极活性物质的 BET 比表面积测试

样本制备：负极活性物质原料；还可以为负极极片的负极活性材料层中取样得到的负极活性物质。

测试方法：采用氮气吸附比表面积分析测试方法测试，并用 BET(Brunauer EmmettTeller)法计算得出，其中氮气吸附比表面积分析测试可以通过美国 Micromeritics 公司的 Tri StarII 型比表面与孔隙分析仪进行，测试步骤可以参照 GB/T 19587-2004。

详细步骤如下：将待测样品在真空干燥箱 200℃ 下干燥 2 小时；然后采用氩气作为吸附气体，通过比表面与孔隙分析仪测绘相对压力 P/P_0 为 0~0.99 的吸脱附曲线，P 为平衡吸附压力， P_0 为饱和蒸汽压，通过 BET 方法计算出负极活性物质的比表面积。

1.2. 负极极片的制备

将负极活性物质人造石墨、导电剂碳黑、粘结剂丁苯橡胶（SBR）、增稠剂羧甲基纤维素钠（CMC-Na）按照重量比为 90:4:4:2 溶于溶剂去离子水中，混合均匀后制备成负极浆料（固含量为 48%）；将负极浆料一次或多次均匀涂覆在负极集流体铜箔的双侧表面上，经过烘干、冷压、分切得到负极极片。负极极片的压实密度为 1.65 g/cm³。

其中，通过石墨颗粒的 OI 值、石墨颗粒的 D_{v50} 、负极极片的孔隙率、负极极片的压实密度、负极极片的组分种类及含量等中的至少一种参数调控负极极片 OI 值。

负极极片 OI 值的测试：采用 X 射线粉末衍射仪(X'pert PRO)测试 004 晶面衍射峰和 110 晶面衍射峰的强度，依据 X 射线衍射分析法通则以及石墨的点阵参数测定方法 JIS K 0131-1996、JB/T4220-2011，得到 X 射线衍射谱图，然后根据 $OI = I_{004}/I_{110}$ 得到负极活性材料层的 004 晶面衍射峰与 110 晶面衍射峰的强度之比，其中， I_{004} 为 004 晶面衍射峰的强度， I_{110} 为 110 晶面衍射峰的强度。

负极极片电阻值 R 的测试：采用 BER1300 多功能极片电阻仪进行测试。首先将负极极片裁成一定尺寸（直径为 40mm 的小圆片）的待测样品；将待测样品放置于两个探针之间，记录测试结果。取多个（≥5）待测样品，并计算多个待测样品的平均值作为测试结果。

2、电解液（非水电解质）的配制

在氩气气氛手套箱中（ $H_2O < 0.1ppm$ ， $O_2 < 0.1ppm$ ），将碳酸乙烯酯（EC）和碳酸甲乙酯（EMC）按照体积比 3:7 混合均匀。向其中加入基于溶剂总重量计 60wt% 的乙酸甲酯。随后加入六氟磷酸锂（LiPF₆）溶解于有机溶剂中，使 LiPF₆ 的浓度为 12.5wt%，搅拌均匀，得到电解液。

3、正极极片的制备

将磷酸铁锂正极材料、导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏二氟乙烯（PVDF）按重量比为 90:5:5 加入溶剂 N-甲基吡咯烷酮（NMP）中，充分搅拌混合均匀后得到正极浆料（固含量为 67%）；之后将正极浆料均匀涂覆于正极集流体的双侧表面上，单侧涂布重量约为 22.7 mg/cm²（如 350mg/1540.25mm²）；再经过烘干、冷压、分切，得到正极极片。

4、隔膜

以常规市售聚丙烯膜作为隔离膜。

5、二次电池的组装

将正极极片（宽 87mm×长 605mm）、隔离膜（宽 98mm×长 1896mm）、负极极片（宽 93mm×长 735mm）按顺序叠好，使隔离膜处于正、负极片之间起到隔离的作用，然后卷绕得到电极组件；将电极组件置于电池壳体中，干燥后注入电解液 12.0g（3 Ah，注液系数 4.0g/Ah），再经过化成、静置等工艺制得锂离子电池。

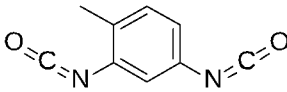
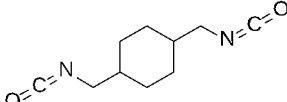
实施例 2~41 及对比例 1-9 采用与实施例 1 基本相同的方法，区别之处在于负极活性物质的种类、负极 OI 值、负极极片的电阻值 R、第一溶剂（链状羧酸酯）的种类及用量、第一添加剂的种类及用量、第二添加剂的种类及用量、负极活性物质的 D_{v50} 与比表面积（BET）中的一个或多个参数，可参阅表 1 和表 2。

表 1.

编号	负极极片 OI 值	负极极片电阻 R (mΩ)	第一溶剂（链状羧酸酯）		W0×100/OI	W0×100/(R×OI)
			种类	W0 (%)		
实施例 1	15	1	乙酸甲酯	60	4	4
实施例 2	15	5	乙酸甲酯	60	4	0.8

实施例 3	15	30	乙酸甲酯	60	4	0.13
实施例 4	15	50	乙酸甲酯	60	4	0.08
实施例 5	6	15	乙酸甲酯	60	10	0.67
实施例 6	10	15	乙酸甲酯	60	6	0.4
实施例 7	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 8	20	15	乙酸甲酯	60	3	0.2
实施例 9	25	15	乙酸甲酯	60	2.4	0.16
实施例 10	15	15	乙酸乙酯	60	4	0.27
实施例 11	15	15	二氟乙酸乙酯	60	4	0.27
实施例 12	15	15	二氟乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 13	15	5	乙酸甲酯	10	0.67	0.13
实施例 14	15	15	乙酸甲酯	20	1.33	0.09
实施例 15	15	15	乙酸甲酯	30	2	0.13
实施例 16	15	15	乙酸甲酯	40	2.67	0.18
实施例 17	15	15	乙酸甲酯	50	3.33	0.22
实施例 18	15	15	乙酸甲酯	70	4.67	0.31
实施例 19	15	15	乙酸甲酯	80	5.33	0.36
实施例 20	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 21	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 22	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 23	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 24	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 25	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 26	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 27	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 28	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 29	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 30	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 31	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 32	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 33	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 34	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 35	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 36	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 37	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 38	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 39	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 40	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
实施例 41	15	15	乙酸甲酯	60	4	0.27
对比例 1	5	2	乙酸甲酯	60	12	6
对比例 2	7	2	乙酸乙酯	80	11.43	5.71
对比例 3	6	2	二氟乙酸甲酯	70	11.67	5.83
对比例 4	25	15	乙酸乙酯	20	0.8	0.05
对比例 5	20	50	乙酸乙酯	60	3	0.06
对比例 6	26	20	乙酸甲酯	30	1.15	0.06
对比例 7	15	0.5	乙酸甲酯	60	4	8
对比例 8	15	60	乙酸甲酯	60	4	0.07
对比例 9	15	1.1	乙酸甲酯	90	6	5.45

表 1 中, W0 为第一溶剂在电解液溶剂中的质量占比。
表 2.

编号	第一添加剂 (二异氰酸酯)		第二添加剂		负极活性物质	
	种类	W1 (%)	种类	W2 (%)	D _v 50 (μm)	BET (m ² /g)
实施例 1	/	/	/	/	17	1
实施例 2	/	/	/	/	17	1
实施例 3	/	/	/	/	17	1
实施例 4	/	/	/	/	17	1
实施例 5	/	/	/	/	17	1
实施例 6	/	/	/	/	17	1
实施例 7	/	/	/	/	17	1
实施例 8	/	/	/	/	17	1
实施例 9	/	/	/	/	17	1
实施例 10	/	/	/	/	17	1
实施例 11	/	/	/	/	17	1
实施例 12	/	/	/	/	17	1
实施例 13	/	/	/	/	/	/
实施例 14	/	/	/	/	17	1
实施例 15	/	/	/	/	17	1
实施例 16	/	/	/	/	17	1
实施例 17	/	/	/	/	17	1
实施例 18	/	/	/	/	17	1
实施例 19		/	/	/	17	1
实施例 20		1	/	/	17	1
实施例 21		1	/	/	17	1
实施例 22	 (六亚甲基二异氰酸酯)	1	/	/	17	1
实施例 23	六亚甲基二异氰酸酯	1	/	/	17	1
实施例 24	六亚甲基二异氰酸酯	0.005	/	/	17	1
实施例 25	六亚甲基二异氰酸酯	0.01	/	/	17	1
实施例 26	六亚甲基二异氰酸酯	0.1	/	/	17	1
实施例 27	六亚甲基二异氰酸酯	5	/	/	17	1
实施例 28	六亚甲基二异氰酸酯	10	/	/	17	1
实施例 29	六亚甲基二异氰酸酯	11	/	/	17	1
实施例 30	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	0.005	17	1
实施例 31	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	0.01	17	1
实施例 32	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	0.05	17	1
实施例 33	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	1	17	1
实施例 34	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	5	17	1
实施例 35	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	10	17	1
实施例 36	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	11	17	1

实施例 37	六亚甲基二异氰酸酯	1	单氟磷酸锂	1	17	1
实施例 38	六亚甲基二异氰酸酯	1	四氟硼酸锂	1	17	1
实施例 39	六亚甲基二异氰酸酯	1	氟磺酸锂	1	17	1
实施例 40	六亚甲基二异氰酸酯	1	氟磺酸钠	1	17	1
实施例 41	六亚甲基二异氰酸酯	1	二氟磷酸锂	1	10	0.7
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	/	/	/	/	/	/

表 1 中，W1 为第一添加剂在电解液（非水电解质）中的质量占比；W2 为第二添加剂在电解液（非水电解质）中的质量占比。

测试分析方法

1、快充性能测试

在 25℃下，将分容后的电池进行 2.5V~3.65V 充放电测试。测试步骤为：先 3C 恒流充电到 30% SOC, 2C 恒流充电到 60% SOC, 1C 恒流恒压充电到 80% SOC, 截止电流为 0.01C, 静置 5min; 1C 恒流放电到 2.0V, 静置 5min。测定电池充电至 80% SOC 的时间。

其中，SOC 表示电池剩余容量情况，其取值范围为 0~100%，当 SOC=0 时表示电池放电完全，当 SOC=100%时表示电池完全充满。

2、极片膨胀率测试（45℃循环至 80% SOH 极片膨胀率）

在 45℃下，将锂离子电池以 0.5C 恒流充电至 3.65V, 然后以 3.65 恒压充电至电流小于 0.05C, 然后将锂离子电池以 0.5C 恒流放电至 2.5V, 此为一个充放电过程（也即，1 圈）。采用万分尺（Mitutoyo293-100、精度为 0.01mm）测量负极极片的厚度 L0。如此反复进行充电和放电，记录容量保持率为 80%时负极极片的厚度 L1; 45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率=(L1/L0-1)×100%。

3、循环性能测试

在 45℃下，将锂离子电池以 0.5C 恒流充电至 3.65V, 然后以 3.65 恒压充电至电流小于 0.05C, 然后将锂离子电池以 0.5C 恒流放电至 2.5V, 此为一个充放电过程（也即，1 圈）。如此反复进行充电和放电，记录容量保持率为 80%时的循环圈数。记为“45℃循环至 80%SOH 对应的圈数”。

4、产气性能测试

以 0.33C 的恒定电流对锂离子二次电池充电至 3.65V, 再以 3.65V 恒定电压充电至电流为 0.05C, 将锂离子电池充满电。采用排水法测试电池的体积，此时体积记为存储前体积。之后将锂离子电池置于 60℃下存储 30 天，待存储结束后，将锂离子二次电池置于 25℃环境下，采用排水法测试电池的体积，此时体积记为存储后体积。按照下式计算电池的体积膨胀率：

电池体积膨胀率=(存储后体积/存储前体积 - 1)×100%。

记为“60℃存储 30D 电芯膨胀率”。该数值越低，反映了产气量越低，该数值越低，产气性能越好。

5、存储性能测试

在 25℃下，将锂离子电池以 0.33C 恒流充电至 3.65V, 然后以 3.65 恒压充电至电流小于 0.05C, 然后将锂离子电池以 0.33C 恒流放电至 2.5V（电池放电容量记录为 C0）。将满充后的电池放置于 60℃烘箱中搁置 30 天，取出电池，将电池放置于 25℃环境中，进行 0.33C 放电，放电容量记录为 C1；容量保持率=(C1/C0)×100%，记为“60℃存储 30D 容量保持率”。

测试分析结果

测试结果可参阅表 3。

实施例 1~41 制备的二次电池在快充能力、低负极极片膨胀以及电池循环性能方面取得了优良的综合性能，其中，高温产气测试中的电芯膨胀率还反映了产气性能，可参考快充时间、45℃循环至 80%SOH 负极极片膨胀率、45℃循环至 80%SOH 对应的圈数和 60℃存储 30D 电芯膨胀率数据。此外，实施例 1~41 制备的二次电池还具有优良的存储性能（可参考 60℃存储 30D 容量保持

率数据)。

对比例 1~9 的 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 或小于 0.08, 或大于 5, 导致二次电池在快充能力、循环性能和安全性能方面的综合性能均明显劣于实施例 1~41。

对比例 1~5 中的 OI 值、负极极片电阻值 R 与 W0, 虽然单个参数的取值均可用于本申请技术方案, 然而, 其组合关系不符合 $0.08 \leq W0 \times 100 / (R \times OI) \leq 5$, 导致难以兼顾较优的快充能力、低极片膨胀、低产气电芯膨胀以及较优的循环性能, 在快充能力、低极片膨胀、低电芯膨胀以及较优的循环性能中至少一种性能参数明显不佳或并未改善。其中, 对比例 1 中, $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 大于 5, 负极极片脱模, 导致电芯无法工作。对比例 2 的负极极片膨胀明显较大, 对比例 3 的电芯膨胀明显较大, 对比例 4-5 的快充能力显著变差。

对比例 6 中 OI 值略大, 但 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 过小; 对比例 7 中负极极片电阻 R 值略低, 但 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 过大; 对比例 8 中 R 值略高, 但 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 过小; 对比例 9 中链状羧酸酯(第一溶剂)含量略高, 但 $W0 \times 100 / (R \times OI)$ 过大, 结果对比例 6-9 中均未能在快充能力、循环性能和安全性能方面实现优良的综合效果。

对比例 7 和对比例 9 虽然具有较短的快充时间, 然而其代价是加重了极片膨胀, 循环性能显著恶化, 高温产气后的电芯膨胀明显变大, 存储性能也不佳。

对比例 8 虽然在极片膨胀有所抑制, 然而, 牺牲了快充能力, 而且循环性能显著恶化, 而且产气后电芯膨胀仍较大。

表 3.

编号	快充时间 (min)	45°C循环至 80%SOH 负极 极片膨胀率	45°C循环至 80%SOH 对应 的圈数	60°C存储 30D 电芯膨胀率	60°C存储 30D 容量保持率
实施例 1	25.7	35.3%	824	9.0	85.3%
实施例 2	26.2	34.6%	853	8.8	86.9%
实施例 3	28.6	33.1%	867	8.6	87.2%
实施例 4	30.3	32.2%	824	8.7	86.1%
实施例 5	22.6	30.2%	835	9.0	86.2%
实施例 6	25.3	32.9%	878	8.7	87.3%
实施例 7	27	34.0%	900	8.5	88.1%
实施例 8	30.4	34.7%	864	8.2	87.1%
实施例 9	34.1	35.5%	823	8.0	86.7%
实施例 10	30.2	32.6%	1156	5.3	90.2%
实施例 11	33.1	30.2%	1023	6.2	89.2%
实施例 12	30.6	31.1%	965	7.6	88.9%
实施例 13	33.2	30.2%	1198	6.8	91.5%
实施例 14	31.1	31.8%	1145	7.2	91.2%
实施例 15	30.3	32.2%	1076	7.6	90.4%
实施例 16	29.2	33.1%	1012	8.0	89.5%
实施例 17	28.3	33.7%	956	8.4	88.7%
实施例 18	26.1	34.7%	843	8.7	87.3%
实施例 19	25.2	35.1%	801	9.0	86.5%
实施例 20	29.2	29.1%	998	8.0	92.1%
实施例 21	28.4	29.6%	1011	7.8	93.2%
实施例 22	30.5	30.2%	987	8.2	90.8%
实施例 23	27.6	28.5%	1056	7.5	94.5%
实施例 24	27.1	33.6%	902	8.4	88.9%
实施例 25	27.3	31.8%	975	8.1	90.5%
实施例 26	27.4	30.2%	1001	7.7	91.8%
实施例 27	28.5	29.4%	975	7.1	93.2%
实施例 28	29.4	30.5%	934	6.7	91.3%

实施例 29	31.7	32.6%	901	6.0	89.2%
实施例 30	27.5	28.4%	1098	7.3	94.6%
实施例 31	27	27.5%	1187	6.8	95.7%
实施例 32	26.4	26.3%	1234	6.1	96.5%
实施例 33	26	25.6%	1301	5.4	97.0%
实施例 34	26.7	26.2%	1265	5.0	96.1%
实施例 35	27.5	27.1%	1213	4.3	95.6%
实施例 36	29.0	28.3%	1187	3.9	94.2%
实施例 37	26.3	25.8%	1287	5.7	96.4%
实施例 38	26.5	26.2%	1256	5.9	95.2%
实施例 39	27.0	26.5%	1295	5.5	94.2%
实施例 40	27.2	26.7%	1242	6.2	93.2%
实施例 41	25.3	26.4%	1287	5.8	96.4%
对比例 1	负极极片脱膜，电芯无法正常测试				
对比例 2	26.2	36.1%	1014	7.6	84.6%
对比例 3	27.5	34.2%	865	9.6	86.1%
对比例 4	41.4	31.9%	1322	3.5	91.7%
对比例 5	36.9	31.5%	1044	5.2	87.2%
对比例 6	37.4	33.7%	999	7.1	89.0%
对比例 7	25.2	36.0%	786	9.4	84.8%
对比例 8	35.5	32.0%	792	9.1	85.1%
对比例 9	19.8	38.2%	427	13.0	80.8%

以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

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方案范围内。以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为详细，但并不能因此而理解为对专利范围的限制。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。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请的保护范围应以所附权利要求为准，说明书及附图可用于解释权利要求的内容。

权利要求书

1. 一种二次电池，其包括正极极片、负极极片和非水电解质；其中，所述负极极片包括负极活性物质，所述负极活性物质包括石墨材料；所述非水电解质包括溶剂，所述溶剂包括第一溶剂，所述第一溶剂为链状羧酸酯；

所述负极极片的 OI 值、所述负极极片的电阻值 R 与所述第一溶剂在所述溶剂中的质量占比 W0 满足如下关系： $0.08/\text{m}\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times \text{OI}) \leq 5/\text{m}\Omega$ ；

其中，所述负极极片的 OI 值是指所述石墨材料的 004 晶面衍射峰强度与 110 晶面衍射峰强度的比值；R 的单位为 $\text{m}\Omega$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的二次电池，其中， $6 \leq \text{OI} \leq 25$ ；

可选地， $6 \leq \text{OI} \leq 18$ ；

进一步可选地， $12 \leq \text{OI} \leq 18$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的二次电池，其中， $1\text{m}\Omega \leq R \leq 50\text{m}\Omega$ ；

可选地， $5\text{m}\Omega \leq R \leq 30\text{m}\Omega$ ；

进一步可选地， $10\text{m}\Omega \leq R \leq 20\text{m}\Omega$ 。

4. 根据权利要求 1~3 中任一项所述的二次电池，其中， $10\% \leq W0 \leq 80\%$ ；

可选地， $20\% \leq W0 \leq 80\%$ ；进一步可选地， $30\% \leq W0 \leq 70\%$ ；更进一步可选地， $50\% \leq W0 \leq 70\%$ ；

另可选地， $10\% \leq W0 \leq 60\%$ ；进一步可选地， $20\% \leq W0 \leq 60\%$ 。

5. 根据权利要求 1~4 中任一项所述的二次电池，其中， $0.67 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 10$ ；

可选地， $1 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 10$ ；进一步可选地， $1 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 5$ ；更进一步可选地， $3 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 5$ ；

另可选地， $0.67 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 4$ ；进一步可选地， $1 \leq W0 \times 100 / \text{OI} \leq 4$ 。

6. 根据权利要求 1~5 中任一项所述的二次电池，其中，

$0.1/\text{m}\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times \text{OI}) \leq 5/\text{m}\Omega$ ；

可选地， $0.1/\text{m}\Omega \leq W0 \times 100 / (R \times \text{OI}) \leq 2/\text{m}\Omega$ 。

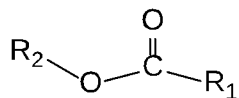
7. 根据权利要求 1~6 中任一项所述的二次电池，其中，

$6 \leq \text{OI} \leq 18$ ， $10\text{m}\Omega \leq R \leq 20\text{m}\Omega$ ，且 $10\% \leq W0 \leq 80\%$ ；

可选地， $12 \leq \text{OI} \leq 18$ ， $10\text{m}\Omega \leq R \leq 20\text{m}\Omega$ ，且 $10\% \leq W0 \leq 60\%$ ；进一步可选地， $20\% \leq W0 \leq 60\%$ ；

另可选地， $12 \leq \text{OI} \leq 18$ ， $10\text{m}\Omega \leq R \leq 20\text{m}\Omega$ ，且 $50\% \leq W0 \leq 70\%$ 。

8. 根据权利要求 1~7 中任一项所述的二次电池，其中，所述第一溶剂包括结构如式(1)所示

的化合物： 式(1)；

其中，R₁ 和 R₂ 分别独立地为 C₁₋₃ 烷基或 C₁₋₃ 卤代烷基；

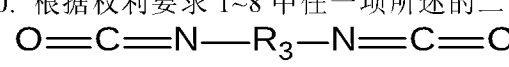
可选地，R₁ 和 R₂ 分别独立地为 C₁₋₃ 烷基或 C₁₋₃ 氟代烷基；

进一步可选地，R₁ 和 R₂ 分别独立地为甲基、乙基、丙基、氟代甲基、氟代乙基和氟代丙基中的一种；

更进一步可选地，R₁ 和 R₂ 分别独立地为甲基、乙基、氟代甲基和氟代乙基中的一种；

更进一步可选地，所述第一溶剂包括下述化合物中的一种或多种：乙酸甲酯、乙酸乙酯、二氟乙酸甲酯和二氟乙酸乙酯。

9. 根据权利要求 1~8 中任一项所述的二次电池，其中，所述非水电解质还包括第一添加剂；所述第一添加剂为二异氰酸酯。

10. 根据权利要求 1~8 中任一项所述的二次电池，其中，所述第一添加剂包括结构如下的化合物： 式(2)；

其中，R₃ 为未取代的或 Ra 取代的 C₁₋₁₈ 亚烷基；Ra 包括下述取代基中的一种或多种：卤素原子、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(=O)R₁₁、R₁₂OC(=O)-、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 烯基、C₂₋₁₀ 炔基和 C₂₋₁₀ 氧杂烷基中的一种或多种；R₁₁ 和 R₁₂ 分别独立地为烷基或卤代烷基；

可选地，R₃ 为 C₂₋₁₀ 亚烷基、C₂₋₁₀ 杂亚烷基、C₆₋₁₈ 亚芳基、C₂₋₁₈ 杂亚芳基、C₃₋₁₈ 亚脂环基或 C₃₋₁₈ 杂亚脂环基，前述任一种基团为未取代的或者为 Ra 取代的；

另可选地，R₃ 为未取代的或 Ra 取代的 C₂₋₁₀ 亚烷基、未取代的或 Ra 取代的 C₃₋₁₈ 二价环烷基或未取代的或 Ra 取代的 C₆₋₁₈ 亚芳基；进一步可选地，R₃ 为 C₂₋₁₀ 亚烷基、C₆₋₁₈ 二价环烷基或 C₆₋

18 亚芳基；更进一步可选地，R₃ 为 C₄₋₁₀ 亚烷基、C₆₋₁₄ 二价环烷基或 C₆₋₁₄ 亚芳基；更进一步可选地，R₃ 为 C₄₋₁₀ 亚烷基、C₆₋₁₀ 二价环烷基或 C₆₋₁₀ 亚芳基；更进一步可选地，R₃ 为 C₄₋₈ 亚己基、含有己环的 C₆₋₁₀ 二价环烷基或含有苯环的 C₆₋₁₀ 亚芳基；

另可选地，所述第一添加剂包括下述化合物中的一种或多种：六亚甲基二异氰酸酯、1,4-环己烷二甲基二异氰酸酯、1,3-苯二异氰酸酯和 2,4-二异氰酸-1-甲苯。

11. 根据权利要求 8~10 中任一项所述的二次电池，其中，所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0~11%；

可选地，所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.005%~11%；

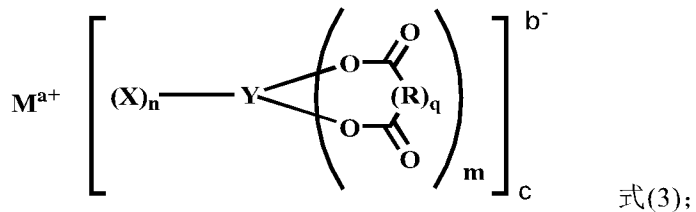
进一步可选地，所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.005%~10%；

更进一步可选地，所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.01%~10%；

更进一步可选地，所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.1%~5%；

更进一步可选地，所述第一添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 1%~5%。

12. 根据权利要求 1~11 中任一项所述的二次电池，其中，所述非水电解质还包括第二添加剂；所述第二添加剂包括单氟磷酸锂、二氟磷酸锂、四氟硼酸锂、式(3)所示化合物和氟磺酸盐中的一种或多种；



式(3)中，a、b 和 c 各自独立地为正整数，m 为选自 1-3 的整数，n 为选自 0-4 的整数，q 为 0 或 1；M^{a+} 为带有 a 价正电荷的金属离子；任一个 Y 独立地为硼原子或磷原子；X 为卤素原子；任一个 R 独立地为取代或未取代的 C₁₋₁₀ 亚烷基、取代或未取代的 C₁₋₁₀ 卤代亚烷基、取代或未取代的 C₆₋₂₀ 亚芳基、以及取代或未取代的 C₆₋₂₀ 卤代亚芳基中的一种；

可选地，任一个 R 独立地为 R_c 取代或未取代的 C₁₋₁₀ 亚烷基、R_c 取代或未取代的 C₁₋₁₀ 卤代亚烷基、R_c 取代或未取代的 C₆₋₂₀ 亚芳基、以及 R_c 取代或未取代的 C₆₋₂₀ 卤代亚芳基中一种；R_c 取代的 C₁₋₁₀ 亚烷基中的取代基、R_c 取代的 C₁₋₁₀ 卤代亚烷基中的取代基、R_c 取代的 C₆₋₂₀ 亚芳基中的取代基和 R_c 取代的 C₆₋₂₀ 卤代亚芳基中的 R_c 取代基可以各自独立地包括下述取代基中的一种或多种：卤素原子、-CN、-NCO、-OH、-COOH、-SOOH、-OC(O)R₄₁、-C(O)OR₄₂、C₁₋₁₀ 烷基、C₂₋₁₀ 烯基、C₂₋₁₀ 炔基和 C₂₋₁₀ 烷氧基；其中，R₄₁ 和 R₄₂ 各自独立地为 C₁₋₆ 烷基；

可选地，在所述非水电解质中，M^{a+} 中的 M 包括 Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Ba、Al、Fe、Cu 和 Ni 中的一种或多种；

可选地，a、b 和 c 各自独立地为选自 1、2 或 3。

13. 根据权利要求 12 所述的二次电池，其中，所述第二添加剂包括二氟磷酸锂、单氟磷酸锂、四氟硼酸锂、氟磺酸锂和氟磺酸钠中的一种或多种。

14. 根据权利要求 12~13 中任一项所述的二次电池，其中，所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.005%~11%；

可选地，所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.005%~11%；

进一步所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.005%~10%；

更进一步可选地，所述第二添加剂在所述非水电解质中的质量占比为 0.05%~5%。

15. 根据权利要求 1~14 中任一项所述的二次电池，其中，所述负极活性物质的体积平均粒径 D_{v,50} ≥ 6μm；其中，D_{v,50} 表示物质或材料的累计体积分布百分数达到 50% 时对应的粒径；

可选地，所述负极活性物质的体积平均粒径 D_{v,50} 为 6μm ~ 20 μm；

进一步可选地，所述负极活性物质的体积平均粒径 D_{v,50} 为 15μm ~ 20 μm。

16. 根据权利要求 1~15 中任一项所述的二次电池，其中，所述负极活性物质的 BET 比表面积为 0.5 m²/g ~ 2.0 m²/g；

可选地，所述负极活性物质的 BET 比表面积为 0.8 m²/g ~ 1.5 m²/g。

17. 根据权利要求 1~16 中任一项所述的二次电池，其中，所述石墨材料包括人造石墨和天然石墨中的一种或多种；

可选地，所述石墨材料包括人造石墨。

18. 根据权利要求 1~17 中任一项所述的二次电池，其中，所述石墨材料在所述负极活性物质中的重量百分比 $\geq 50\%$ ；
可选地，所述石墨材料在所述负极活性物质中的重量百分比 $\geq 80\%$ ；
进一步可选地，所述石墨材料在所述负极活性物质中的重量百分比为 100%。
19. 根据权利要求 1~18 中任一项所述的二次电池，其中，所述二次电池为锂离子二次电池。
20. 一种用电装置，其包括权利要求 1~19 中任一项所述的二次电池。

5

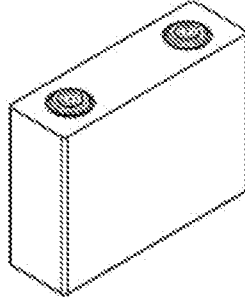


图 1

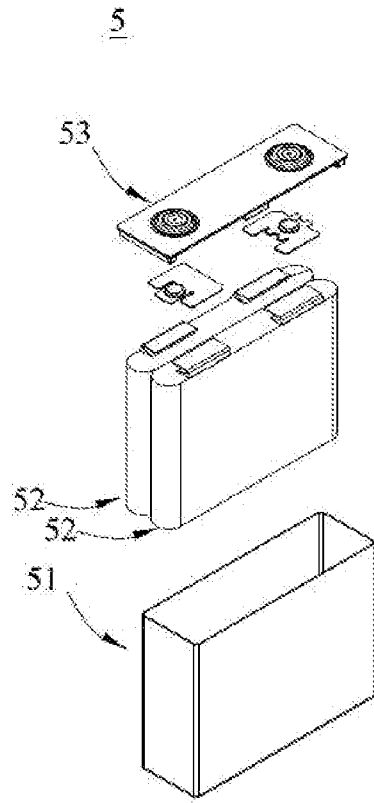


图 2

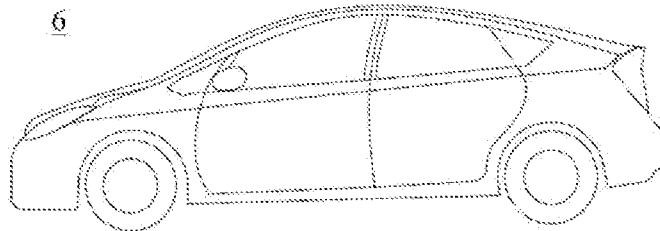


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/091698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M4/133(2010.01)i; H01M10/0525(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)		
CNTXT, WPI, VEN, WPABSC, ENTXTC, CNKI: 石墨, 负极, 阳极, 羧酸酯, 链状, 电阻, 晶面衍射峰, graphite, anode, carboxylate, chain, resistance, OI		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 115528206 A (SUNWODA ELECTRIC VEHICLE BATTERY CO., LTD.) 27 December 2022 (2022-12-27) description, paragraphs [0029]-[0270]	1-20
Y	CN 113826253 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 21 December 2021 (2021-12-21) description, paragraphs [0046]-[0129]	1-20
A	CN 105811010 A (ZHANGJIAGANG GUOTAI-HUARONG NEW CHEMICAL MATERIALS CO., LTD.) 27 July 2016 (2016-07-27) entire document	1-20
A	US 2014227588 A1 (LG CHEM, LTD.) 14 August 2014 (2014-08-14) entire document	1-20
A	CN 1737584 A (TIANJIN LISHEN BATTERY JOINT-STOCK CO., LTD.) 22 February 2006 (2006-02-22) entire document	1-20
<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
25 December 2023		28 December 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/CN2023/091698

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115528206	A	27 December 2022	CN	115528206	B	14 July 2023
CN	113826253	A	21 December 2021	WO	2022016378	A1	27 January 2022
				EP	4184700	A1	24 May 2023
				US	2023163414	A1	25 May 2023
				JP	2023534067	W	07 August 2023
CN	105811010	A	27 July 2016	CN	105811010	B	01 January 2019
US	2014227588	A1	14 August 2014	US	10026956	B2	17 July 2018
				JP	2015513185	A	30 April 2015
				JP	6070724	B2	01 February 2017
				TW	201503473	A	16 January 2015
				TWI	536643	B	01 June 2016
				WO	2014119960	A1	07 August 2014
				EP	2790252	A1	15 October 2014
				EP	2790252	A4	21 January 2015
				EP	2790252	B1	31 August 2016
				KR	20140099987	A	14 August 2014
				KR	101582718	B1	06 January 2016
CN	1737584	A	22 February 2006	None			

A. 主题的分类 H01M4/133(2010.01)i; H01M10/0525(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: H01M 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)) CNTXT, WPI, VEN, WPABSC, ENTXTC, CNKI: 石墨, 负极, 阳极, 羧酸酯, 链状, 电阻, 晶面衍射峰, graphite, anode, carboxylate, chain, resistance, OI		
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 115528206 A (欣旺达电动汽车电池有限公司) 2022年12月27日 (2022 - 12 - 27) 说明书第[0029]-[0270]段	1-20
Y	CN 113826253 A (宁德新能源科技有限公司) 2021年12月21日 (2021 - 12 - 21) 说明书第[0046]-[0129]段	1-20
A	CN 105811010 A (张家港市国泰华荣化工新材料有限公司) 2016年7月27日 (2016 - 07 - 27) 全文	1-20
A	US 2014227588 A1 (LG CHEM, LTD.) 2014年8月14日 (2014 - 08 - 14) 全文	1-20
A	CN 1737584 A (天津力神电池股份有限公司) 2006年2月22日 (2006 - 02 - 22) 全文	1-20
<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。		
* 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 2023年12月25日	国际检索报告邮寄日期 2023年12月28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 祁少杰 电话号码 (+86) 010-53961206	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/091698

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	115528206	A	2022年12月27日	CN	115528206	B	2023年7月14日
CN	113826253	A	2021年12月21日	WO	2022016378	A1	2022年1月27日
				EP	4184700	A1	2023年5月24日
				US	2023163414	A1	2023年5月25日
				JP	2023534067	W	2023年8月7日
CN	105811010	A	2016年7月27日	CN	105811010	B	2019年1月1日
US	2014227588	A1	2014年8月14日	US	10026956	B2	2018年7月17日
				JP	2015513185	A	2015年4月30日
				JP	6070724	B2	2017年2月1日
				TW	201503473	A	2015年1月16日
				TWI	536643	B	2016年6月1日
				WO	2014119960	A1	2014年8月7日
				EP	2790252	A1	2014年10月15日
				EP	2790252	A4	2015年1月21日
				EP	2790252	B1	2016年8月31日
				KR	20140099987	A	2014年8月14日
				KR	101582718	B1	2016年1月6日
CN	1737584	A	2006年2月22日	无			