

(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



(10) 国际公布号

WO 2022/267013 A1

(43) 国际公布日

2022 年 12 月 29 日 (29.12.2022)

(51) 国际专利分类号:

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 4/62 (2006.01)

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(21) 国际申请号:

PCT/CN2021/102399

(22) 国际申请日:

2021 年 6 月 25 日 (25.06.2021)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 宁德新能源科技有限公司 (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: 李巍巍 (LI, Weiwei); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。 张艳如 (ZHANG, Yanru); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京中原华和知识产权代理有限公司 (HUAHE IP LIMITED); 中国北京市朝阳区北辰东路8号汇宾大厦A座910室陈伟、康志梅, Beijing 100101 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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,

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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: ELECTROCHEMICAL DEVICE AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 电化学装置及电子装置

(57) Abstract: The present application relates to an electrochemical device and an electronic device. The electrochemical device of the present application comprises an electrode pole piece. The electrode pole piece comprises a current collector and an active substance layer. The active substance layer comprises active substance particles and inorganic salt nanowires. The inorganic salt nanowires are located on the surface of the active substance particles and/or the first end and the second end of the inorganic salt nanowires are located on the surfaces of different active substance particles. The inorganic salt nanowires having low conductivity and high ion conductivity are added to the electrode pole piece of the present application, thereby reducing ion polarization during the charging and discharging process of the electrochemical device, thus effectively improving the discharge rate performance and cycle performance of the electrochemical device.

(57) 摘要: 本申请涉及电化学装置和电子装置。本申请的电化学装置包括电极极片, 所述电极极片包括集流体和活性物质层, 所述活性物质层包括活性物质颗粒和无机盐纳米线, 所述无机盐纳米线位于所述活性物质颗粒表面和/或所述无机盐纳米线的第一端和第二端位于不同的活性物质颗粒表面。本申请的电极极片中添加有低导电性、高导电离子能力的无机盐纳米线, 降低了电化学装置充放电过程中的离子极化, 有效提升了电化学装置的放电倍率性能及循环性能。

WO 2022/267013 A1

电化学装置及电子装置

技术领域

本申请涉及储能领域，具体涉及一种电化学装置及电子装置。

背景技术

作为一种新型储能装置，锂离子电池已在 3C 数码、电动工具、储能电网、航空航天等各领域得到广泛应用。而随着科技的发展，人们对锂离子电池性能的要求变得越来越高。随着电池容量越来越大，充电电流也越来越大，电池的极化现象不断增大，特别对于高体积能量密度的电芯，极片的密度大，内部孔隙少，锂离子在电解液中长距离传输的阻抗增大，进一步恶化了离子极化，使电池容量出现不可逆的降低。为提高电池的性能，正负极极片涂覆膜中一般需要加入导电剂增加极片的导电能力，从而降低电池的离子极化。但对于离子极化的降低，一直没有较好的办法。

发明内容

针对现有技术存在的问题，本申请提供一种电化学装置，该电化学装置中电极极片的离子极化低，使得其具有更高的放电倍率性能和循环性能。本申请还提供了包括该电化学装置的电子装置。

在第一方面，本申请提供了一种电化学装置，其包括电极极片，所述电极极片包括集流体和活性物质层，所述活性物质层包括活性物质颗粒和无机盐纳米线，所述无机盐纳米线位于所述活性物质颗粒表面和/或所述无机盐纳米线的第一端和第二端位于不同的活性物质颗粒表面。本申请通过在

电极极片中添加低导电性、高导离子能力的无机盐纳米线，该无机盐纳米线能够吸附在活性物质颗粒表面或桥接在活性物质颗粒之间，在活性物质间及活性物质与电解液间建立定向传输的锂离子传输通路，增强锂离子在活性物质层内的导通，进而降低充放电过程中的离子极化，使得包含该电极极片的电化学装置和电子装置拥有更好的放电倍率性能环和循环性能。特别是在循环后期电解液浸润不足情况下，无机盐纳米线能够充当“桥梁”作用，使不接触的活性物质表面与电解液仍能通过无机盐纳米线传输锂离子，极大的改善了电化学装置的循环性能。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线包括离子型无机盐纳米线中的至少一种。离子型无机盐纳米线的结构内部存在可供锂离子迁移的通道，锂离子在这些内部通道中的传输增加了锂离子的导通，进而可降低电化学装置在充放电过程中的离子极化，有效改善其倍率性能和循环性能。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线包括磷酸盐纳米线、钨酸盐纳米线、碳酸盐纳米线、硫酸盐纳米线、硅酸盐纳米线、硅铝酸盐纳米线、硼酸盐纳米线、硝酸盐纳米线、锆酸盐纳米线、钛酸盐纳米线或LLZTO纳米线中的至少一种。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线的长度为 $0.04\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ ，所述无机盐纳米线的长径比为 10 至 2000。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线的长度为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ ，所述无机盐纳米线的长径比为 20 至 1000。无机盐纳米线的长度过小，锂离子在无机盐纳米线中传输路径过短，对锂离子的导通贡献不大；

长度过大，无机盐纳米线难以舒展，易缠结团聚、断裂，同样无法有效增强锂离子的导通。无机盐纳米线的长径比过小，其比表面积减小，接受和释放锂离子的能力被削弱；长径比过高，则易发生自团聚，难以分散，导致锂离子的导通效果不佳。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线的比表面积（BET）为 $10\text{m}^2/\text{g}$ 至 $500\text{m}^2/\text{g}$ 。比表面积过大时，无机盐纳米线易团聚，导致分散不良，进而使得锂离子的导通效果不佳；比表面积过小时，颗粒过大，同质量下的数量减少，锂离子的导通效果也偏差。

根据本申请的一些实施方式，以活性物质层的总质量计，所述无机盐纳米线的质量含量为 0.1% 至 5%。无机盐纳米线的含量过高，锂离子在电解液、颗粒间传输的距离反而增加，且电子电导也会受到一定的阻隔，导致极化增加，电化学装置的性能变差。

根据本申请的一些实施方式，所述电极极片满足以下条件（a）至（c）中的至少一者：（a）所述电极极片与电解质溶液的接触角 $\leq 45^\circ$ ，其中所述电解质溶液为含有 1mol/L 六氟磷酸锂的碳酸二甲酯；（b）所述电极极片的膜片电阻 $\leq 10\Omega$ ；（c）所述活性物质层与集流体之间的粘结力为 1N/m 至 100N/m ；（d）所述电极极片的离子阻抗 $\leq 40\text{m}\Omega$ 。

根据本申请的一些实施方式，所述电极极片与电解质溶液的接触角 $\leq 45^\circ$ ，其中所述电解质溶液为含有 1mol/L 六氟磷酸锂的碳酸二甲酯。接触角过大，极片与电解液的浸润性差，不利于电化学装置倍率性能和循环性能的提升。

根据本申请的一些实施方式，所述电极极片的膜片电阻 $\leq 10\Omega$ 。根据本

申请的一些实施方式，所述电极极片的离子阻抗 $\leq 40\text{m}\Omega$ 。极片膜片电阻以及离子阻抗过高均会增加电芯的极化，从而恶化电化学装置的倍率性能和循环性能。

根据本申请的一些实施方式，所述活性物质层与集流体之间的粘结力为 1N/m 至 100N/m 。粘接力过低，颗粒粘接变弱，导致电芯极化增加，从而恶化电化学装置的倍率性能和循环性能。

根据本申请的一些实施方式，所述活性物质包括正极活性物质或负极活性物质，所述正极活性物质包括磷酸铁锂、磷酸锰铁锂、钴酸锂、镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂、锰酸锂、镍锰酸锂或钴锰酸锂中的至少一种，所述负极活性物质包括碳材料或硅材料中的至少一种。

根据本申请的一些实施方式，所述活性物质层还包括粘结剂和/或导电剂，所述粘结剂包括聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、聚烯烃类、羧甲基纤维素钠、羧甲基纤维素锂、改性聚偏氟乙烯、改性 SBR 橡胶或聚氨酯中的至少一种，所述导电剂包括导电炭黑、导电石墨、碳纤维、多壁碳纳米管、单壁碳纳米管、硬碳、软碳、科琴黑或石墨烯中的至少一种。

在第二方面，本申请提供了一种电子装置，其包括第一方面所述的电化学装置。

本申请通过在电极极片中添加低导电性、高导离子能力的无机盐纳米线，极大的降低了电化学装置在充放电过程中的离子极化，由此可显著改善电化学装置的放电倍率性能及循环性能，提升产品的竞争力。

具体实施方式

本申请的实施例将会被详细的描述在下文中。本申请的实施例不应该

被解释为对本申请的限制。

如本文中所使用，术语“约”用以描述及说明小的变化。当与事件或情形结合使用时，所述术语可指代其中事件或情形精确发生的例子以及其中事件或情形极近似地发生的例子。举例来说，当结合数值使用时，术语可指代小于或等于所述数值的 $\pm 10\%$ 的变化范围，例如小于或等于 $\pm 5\%$ 、小于或等于 $\pm 4\%$ 、小于或等于 $\pm 3\%$ 、小于或等于 $\pm 2\%$ 、小于或等于 $\pm 1\%$ 、小于或等于 $\pm 0.5\%$ 、小于或等于 $\pm 0.1\%$ 、或小于或等于 $\pm 0.05\%$ 。另外，有时在本文中以范围格式呈现量、比率和其它数值。应理解，此类范围格式是用于便利及简洁起见，且应灵活地理解，不仅包含明确地指定为范围限制的数值，而且包含涵盖于所述范围内的所有个别数值或子范围，如同明确地指定每一数值及子范围一般。

由术语“中的至少一种”连接的项目的列表可意味着所列项目的任何组合。例如，如果列出项目 A 及 B，那么短语“A 及 B 中的至少一种”意味着仅 A；仅 B；或 A 及 B。在另一实例中，如果列出项目 A、B 及 C，那么短语“A、B 及 C 中的至少一种”意味着仅 A；或仅 B；仅 C；A 及 B (排除 C)；A 及 C (排除 B)；B 及 C (排除 A)；或 A、B 及 C 的全部。项目 A 可包含单个元件或多个元件。项目 B 可包含单个元件或多个元件。项目 C 可包含单个元件或多个元件。

整个说明书中对“实施例”、“部分实施例”、“一个实施例”、“另一举例”、“举例”、“具体举例”或“部分举例”的引用，其所代表的意思是在本申请中的至少一个实施例或举例包含了该实施例或举例中所描述的特定特征、结构、材料或特性。因此，在整个说明书中的各处所出现的描述，例如：“在一些实施例中”、“在实施例中”、“在一个实施例中”、“在另一个举例中”，“在一个举例中”、“在特定举例中”或“举例”，其不必然是引用本申请中的相同的实施例或示例。此外，本文中的特定特

征、结构、材料或特性可以以任何合适的方式在一个或多个实施例或举例中结合。

在第一方面，本申请提供了一种电化学装置，其包括电极极片，所述电极极片包括集流体和活性物质层，所述活性物质层包括活性物质颗粒和无机盐纳米线，所述无机盐纳米线位于所述活性物质颗粒表面和/或所述无机盐纳米线的第一端和第二端位于不同的活性物质颗粒表面。

根据本申请的一些实施方式，所述电极极片为正极极片和/或负极极片。

常规电极极片的活性物质层中仅添加导电剂和粘接剂，这使得在高压实密度情况下，极片孔隙率变小，锂离子通道受阻。特别是活性物质层的颗粒接触区域内基本无孔隙，锂离子不能穿梭，致使电化学装置的离子极化增加。本申请通过在电极极片中添加低导电性，高导离子能力的无机盐纳米线，所述无机盐纳米线能够吸附在活性物质颗粒表面或桥接在活性物质颗粒之间，在活性物质间及活性物质与电解液间建立定向传输的锂离子传输通路，增强锂离子在活性物质层内的导通，进而降低充放电过程中的离子极化，使得包含该电极极片的电化学装置和电子装置拥有更好的放电倍率性能环和循环性能。特别是在循环后期电解液浸润不足情况下，无机盐纳米线能够充当“桥梁”作用，使不接触的活性物质表面与电解液仍能通过无机盐纳米线传输锂离子，极大的改善了电化学装置的循环性能。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线包括离子型无机盐纳米线中的至少一种。离子型无机盐纳米线的结构内部存在可供锂离子迁移的通道，锂离子在这些内部通道中的传输增加了锂离子的导通，进而可降

低电化学装置在充放电过程中的离子极化，有效改善其倍率性能和循环性能。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线包括磷酸盐纳米线、钨酸盐纳米线、碳酸盐纳米线、硫酸盐纳米线、硅酸盐纳米线、硅铝酸盐纳米线、硼酸盐纳米线、硝酸盐纳米线、锆酸盐纳米线、钛酸盐纳米线或LLZTO纳米线中的至少一种。

在本申请的一些实施例中，磷酸盐纳米线包括羟基磷灰石纳米线、氟磷灰石纳米线、氯磷灰石纳米线、氧硅磷灰石纳米线、铈磷灰石纳米线或锂磷灰石纳米线中的至少一种。在一些实施例中，钨酸盐纳米线包括钨酸钡纳米线和/或钨酸铅纳米线。在一些实施例中，碳酸盐纳米线包括碳酸铈纳米线和/或碳酸钡纳米线。在一些实施例中，硫酸盐线包括硫酸钙纳米线和/或硫酸钡纳米线。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线的长度为 $0.04\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 。无机盐纳米线的长度过小，锂离子在无机盐纳米线中传输路径过短，对锂离子的导通贡献不大；长度过大，无机盐纳米线难以舒展，易缠结团聚、断裂，同样无法有效增强锂离子的导通。

在一些实施例中，无机盐纳米线的长度为 $0.2\mu\text{m}$ 、 $0.3\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $0.7\mu\text{m}$ 、 $0.9\mu\text{m}$ 、 $1.0\mu\text{m}$ 、 $1.5\mu\text{m}$ 、 $2.0\mu\text{m}$ 、 $2.5\mu\text{m}$ 、 $3.0\mu\text{m}$ 、 $3.5\mu\text{m}$ 、 $4.0\mu\text{m}$ 、 $4.5\mu\text{m}$ 、 $5.0\mu\text{m}$ 、 $5.5\mu\text{m}$ 、 $6.0\mu\text{m}$ 、 $7.0\mu\text{m}$ 、 $7.5\mu\text{m}$ 、 $8.0\mu\text{m}$ 、 $9.0\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $11\mu\text{m}$ 、 $12\mu\text{m}$ 、 $13\mu\text{m}$ 、 $14\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $17\mu\text{m}$ 、 $19\mu\text{m}$ 或这些值中任意两者组成的范围。在一些实施例中，无机盐纳米线的长度为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 。在一些实施例中，无机盐纳米线的长度为 $1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线的长径比为 10 至 2000。无机盐纳米线的长径比过小，其比表面积减小，接受和释放锂离子的能力被削弱；长径比过高，则易发生自团聚，难以分散，导致锂离子的导通效果不佳。

在一些实施例中，无机盐纳米线的长径比为 20、50、100、150、200、250、300、350、400、450、500、550、600、650、700、800、900、1000、1200、1400、1500、1700、1900 或这些值中任意两者组成的范围。在一些实施例中，无机盐纳米线的长径比 20 至 1000。在一些实施例中，无机盐纳米线的长径比 100 至 700。

根据本申请的一些实施方式，所述无机盐纳米线的比表面积为 $10\text{m}^2/\text{g}$ 至 $500\text{m}^2/\text{g}$ 。BET 测试方法可使用国标 GB/T 19587-2004 气体吸附 BET 法。比表面积过大时，无机盐纳米线易团聚，导致分散不良，进而使得锂离子的导通效果不佳；比表面积过小时，颗粒过大，同质量下的数量减少，锂离子的导通效果也偏差。

在一些实施例中，无机盐纳米线的比表面积为 $20\text{m}^2/\text{g}$ 、 $50\text{m}^2/\text{g}$ 、 $100\text{m}^2/\text{g}$ 、 $150\text{m}^2/\text{g}$ 、 $200\text{m}^2/\text{g}$ 、 $250\text{m}^2/\text{g}$ 、 $300\text{m}^2/\text{g}$ 、 $350\text{m}^2/\text{g}$ 、 $400\text{m}^2/\text{g}$ 、 $450\text{m}^2/\text{g}$ 或这些值中任意两者组成的范围。在一些实施例中，无机盐纳米线的比表面积为 $50\text{m}^2/\text{g}$ 至 $400\text{m}^2/\text{g}$ 。

根据本申请的一些实施方式，以活性物质层的总质量计，所述无机盐纳米线的质量含量为 0.1% 至 5%。无机盐纳米线的含量过高，锂离子在电解液、颗粒间传输的距离反而增加，且电子电导也会受到一定的阻隔，导致极化增加，电化学装置的性能变差。在一些实施例中，无机盐纳米线的

质量含量为 0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0%、2.2%、2.5%、2.7%、2.9%、%、3.0%、3.2%、3.5%、3.8%、4.0%、4.2%、4.5%、4.7%或这些值中任意两者组成的范围。

根据本申请的一些实施方式，所述电极极片与电解质溶液的接触角 $\leq 45^\circ$ ，其中所述电解质溶液为含有 1mol/L 六氟磷酸锂的碳酸二甲酯。接触角过大，极片与电解液的浸润性差，不利于电化学装置倍率性能和循环性能的提升。在一些实施例中，所述电极极片与电解质溶液的接触角为 10° 、 15° 、 20° 、 23° 、 25° 、 27° 、 30° 、 32° 、 34° 、 35° 、 37° 、 39° 、 40° 、 43° 或这些值中任意两者组成的范围。

根据本申请的一些实施方式，所述电极极片的膜片电阻 $\leq 10\Omega$ ，例如 0.5Ω 、 1.0Ω 、 2.0Ω 、 3.0Ω 、 4.0Ω 、 5.0Ω 、 6.0Ω 、 7.0Ω 、 8.0Ω 、 9.0Ω 或这些值中任意两者组成的范围。根据本申请的一些实施方式，所述电极极片的离子阻抗 $\leq 40\text{m}\Omega$ ，例如为 $3\text{m}\Omega$ 、 $5\text{m}\Omega$ 、 $7\text{m}\Omega$ 、 $10\text{m}\Omega$ 、 $15\text{m}\Omega$ 、 $20\text{m}\Omega$ 、 $23\text{m}\Omega$ 、 $25\text{m}\Omega$ 、 $27\text{m}\Omega$ 、 $30\text{m}\Omega$ 、 $32\text{m}\Omega$ 、 $34\text{m}\Omega$ 、 $36\text{m}\Omega$ 、 $38\text{m}\Omega$ 或这些值中任意两者组成的范围。极片膜片电阻以及离子阻抗过高均会增加电芯的极化，从而恶化电化学装置的倍率性能和循环性能。

根据本申请的一些实施方式，所述电极极片中，活性物质层与集流体之间的粘结力为 1N/m 至 100N/m。粘接力过低，颗粒粘接变弱，导致电芯极化增加，从而恶化电化学装置的倍率性能和循环性能。在一些实施例中，活性物质层与集流体之间的粘结力为 2N/m、3N/m、4N/m、5N/m、6N/m、7N/m、8N/m、9N/m、10N/m、15N/m、20N/m、30N/m、40N/m、50N/m、60N/m、70N/m、80N/m、90N/m 或这些值中任意两者组成的范

围。

根据本申请的一些实施方式，所述活性物质包括正极活性物质或负极活性物质。

根据本申请的一些实施方式，所述正极活性物质包括锂过渡金属磷酸化合物、磷酸盐化合物或锂过渡金属复合氧化物中的至少一种。在一些实施例中，正极活性物质包括锂过渡金属系化合物，其具有能够脱离、插入锂离子的结构。在一些实施例中，所述正极活性物质包括磷酸铁锂、磷酸锰铁锂、钴酸锂、镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂、锰酸锂、镍锰酸锂或钴锰酸锂中的至少一种。

根据本申请的一些实施方式，所述负极活性物质包括碳材料或硅材料中的至少一种。在一些实施例中，碳材料可以是在锂离子可再充电电化学装置中通常使用的任何碳基负极活性物质。碳材料的示例包括结晶碳、非晶碳和它们的组合。结晶碳可以是无定形的或板形的、小片形的、球形的或纤维形的天然石墨或人造石墨。非晶碳可以是软碳、硬碳、中间相沥青碳化产物、烧制焦炭等。低结晶碳和高结晶碳均可以用作碳材料。作为低结晶碳材料，可通常包括软碳和硬碳。作为高结晶碳材料，可通常包括天然石墨、结晶石墨、热解碳、中间相沥青基碳纤维、中间相碳微珠、中间相沥青和高温锻烧炭(如石油或衍生自煤焦油沥青的焦炭)。

根据本申请的一些实施方式，所述硅材料包含硅作为构成元素的材料总称，在该硅系材料中也包含硅的单质。在一些实施例中，硅材料包括硅、硅碳复合物或硅氧化物 SiO_x ($0 < x < 2$) 中的至少一种。

根据本申请的一些实施方式，所述活性物质层还包括粘结剂。在一些实施例中，所述粘结剂包括聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、聚烯烃类、羧甲基纤维素钠、羧甲基纤维素锂、改性聚偏氟乙烯、改性 SBR 橡胶或聚氨酯中的至少一种。在一些实施例中，聚烯烃类粘结剂包括聚乙烯、聚丙烯、聚烯酯、聚烯醇或聚丙烯酸中的至少一种。

根据本申请的一些实施方式，所述活性物质层还包括导电剂，所述导电剂包括导电炭黑、导电石墨、碳纤维、多壁碳纳米管、单壁碳纳米管、硬碳、软碳、科琴黑或石墨烯中的至少一种。

根据本申请的一些实施方式，所述集流体包括正极集流体或负极集流体。在一些实施例中，所述负极集流体可以为铜箔、镍箔、不锈钢箔、钛箔、泡沫镍、泡沫铜、包覆有导电金属的聚合物基板或它们的组合。在一些实施例中，所述正极集流体可以采用金属箔片或复合集流体。例如，可以使用铝箔。复合集流体可以通过将金属材料（铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）形成在高分子基材上而形成。

根据本申请的一些实施方式，所述电化学装置包括电解液和隔离膜。

在一些实施方式中，本申请的电化学装置中电解液包括锂盐和非水溶剂。

在本申请一些实施方案中，锂盐选自 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiClO_4 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 LiCH_3SO_3 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 LiSiF_6 、 LiBOB 和二氟硼酸锂中的一种或多种。举例来说，锂盐可以选用 LiPF_6 ，因为它可以给出高的离子导电率并改善循环特性。

非水溶剂可为碳酸酯化合物、羧酸酯化合物、醚化合物、其它有机溶剂

或它们的组合。

上述碳酸酯化合物可为链状碳酸酯化合物、环状碳酸酯化合物、氟代碳酸酯化合物或其组合。

上述链状碳酸酯化合物的实例为碳酸二甲酯（DMC）、碳酸二乙酯（DEC）、碳酸二丙酯（DPC）、碳酸甲丙酯（MPC）、碳酸乙丙酯（EPC）、碳酸甲乙酯（MEC）及其组合。环状碳酸酯化合物的实例为碳酸亚乙酯（EC）、碳酸亚丙酯（PC）、碳酸亚丁酯（BC）、碳酸乙烯基亚乙酯（VEC）及其组合。氟代碳酸酯化合物的实例为碳酸氟代亚乙酯（FEC）、碳酸 1,2-二氟亚乙酯、碳酸 1,1-二氟亚乙酯、碳酸 1,1,2-三氟亚乙酯、碳酸 1,1,2,2-四氟亚乙酯、碳酸 1-氟-2-甲基亚乙酯、碳酸 1-氟-1-甲基亚乙酯、碳酸 1,2-二氟-1-甲基亚乙酯、碳酸 1,1,2-三氟-2-甲基亚乙酯、碳酸三氟甲基亚乙酯及其组合。

上述羧酸酯化合物的实例为甲酸甲酯、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸正丙酯、乙酸叔丁酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、 γ -丁内酯、癸内酯、戊内酯、甲瓦龙酸内酯、己内酯及其组合。

上述醚化合物的实例为二丁醚、四甘醇二甲醚、二甘醇二甲醚、1,2-二甲氧基乙烷、1,2-二乙氧基乙烷、乙氧基甲氧基乙烷、2-甲基四氢呋喃、四氢呋喃及其组合。

上述其它有机溶剂的实例为二甲亚砜、1,2-二氧戊环、环丁砜、甲基环丁砜、1,3-二甲基-2-咪唑烷酮、N-甲基-2-吡咯烷酮、甲酰胺、二甲基甲酰胺、乙腈、磷酸三甲酯、磷酸三乙酯、磷酸三辛酯、和磷酸酯及其组合。

本申请的电化学装置中使用的隔离膜的材料和形状没有特别限制，其

可为任何现有技术中公开的技术。在一些实施例中，隔离膜包括由对本申请的电解液稳定的材料形成的聚合物或无机物等。

例如隔离膜可包括基材层和表面处理层。基材层为具有多孔结构的无纺布、膜或复合膜，基材层的材料选自聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚酰亚胺中的至少一种。具体的，可选用聚丙烯多孔膜、聚乙烯多孔膜、聚丙烯无纺布、聚乙烯无纺布或聚丙烯-聚乙烯-聚丙烯多孔复合膜。

基材层的至少一个表面上设置有表面处理层，表面处理层可以是聚合物层或无机物层，也可以是混合聚合物与无机物所形成的层。

无机物层包括无机颗粒和粘结剂，无机颗粒选自氧化铝、氧化硅、氧化镁、氧化钛、二氧化钪、氧化锡、二氧化铈、氧化镍、氧化锌、氧化钙、氧化锆、氧化钇、碳化硅、勃姆石、氢氧化铝、氢氧化镁、氢氧化钙和硫酸钡中的至少一种。粘结剂选自聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯的共聚物、聚酰胺、聚丙烯腈、聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚丙烯酸盐、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯烷氧、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯和聚六氟丙烯中的至少一种。

聚合物层中包含聚合物，聚合物的材料选自聚酰胺、聚丙烯腈、丙烯酸酯聚合物、聚丙烯酸、聚丙烯酸盐、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯烷氧、聚偏氟乙烯、聚(偏氟乙烯-六氟丙烯)中的至少一种。

在第二方面，本申请提供了一种电子装置，其包括第一方面所述的电化学装置。

本申请的电子设备或装置没有特别限定。在一些实施例中，本申请的电子设备包括但不限于，笔记本电脑、笔输入型计算机、移动电脑、电子书

播放器、便携式电话、便携式传真机、便携式复印机、便携式打印机、头戴式立体声耳机、录像机、液晶电视、手提式清洁器、便携 CD 机、迷你光盘、收发机、电子记事本、计算器、存储卡、便携式录音机、收音机、备用电源、电机、汽车、摩托车、助力自行车、自行车、照明器具、玩具、游戏机、钟表、电动工具、闪光灯、照相机、家庭用大型蓄电池和锂离子电容器等。

下面结合实施例，进一步阐述本申请。应理解，这些实施例仅用于说明本申请而不用用于限制本申请的范围。

测试方法

1、电极极片与电解质溶液的接触角测试方法为：将电极极片从电芯中拆除，用 DMC（碳酸二甲酯）洗涤 30min，在 100°C 下烘干 4h，将烘干后的电极极片水平铺于玻璃板上；用针管吸取含有 1mol/L LiPF_6 的 DMC 后，滴一滴在水平放置的电极极片上，10s 时从电极极片的水平方向拍照，得到光学图像。以图像上的液滴边缘的上顶点，液滴与电极极片的左交点、右交点拟合圆形，拟合圆形与电极极片的夹角即为接触角。

2、电极极片的膜片电阻的测试方法：将满放的电池进行拆解，保留完整的电极极片；将得到的电极极片用碳酸二甲酯漂洗 30min，在 100°C 下烘干 4h；采用四探针电阻仪器测试烘干后的电极极片的膜片电阻。具体地，电阻测试端子使用两个直径 1.2cm 的圆柱金属端子，测试时将电极极片置于金属端子平面中间，端子两端施加 0.4 吨压力，取第 5 秒的电阻值作为电

极极片的膜片电阻值。

3、电极极片的活性物质层与集流体的粘结力测试：在干燥环境中，将电芯外包装拆开，将隔离膜、正极极片、负极极片拆分开。将待测电极极片裁剪成宽 1cm、长 5cm 的长方形长条；将裁剪后的电极极片的长条的一面用双面胶粘在一个平板上，沿平板垂直方向用 25mm/min 的速度将电极极片的长条从双面胶上撕下，并记录撕下时所使用的力 F （单位：N），则电极极片的活性物质层与集流体的粘结力为 $100F$ （单位：N/m）。

4、电极极片的离子阻抗（ R_{ct} ）的测试：在干燥环境下，在电芯的尾部小心将外包装剪出一道小口，其中，正极极片为待测极片。将包裹着 PE 隔离膜的参比电极（一般为铜丝）伸入到极片折叠区域，置于隔离膜与负极极片间，随后用环氧树脂密封胶密封，制备成三电极电芯。

25°C 下，将上述三电极电芯放电到 50%SOC（充电电荷状态为满充电荷状态的一半），以电芯正极为正极，参比电极为负极，10 μ A 充电 30min；再以电芯负极为正极，参比电极为负极，10 μ A 充电 30min 完成参比电极镀锂；再将三电极电芯中的正极极片与参比电极连接，以 5mV 为扰动电压，测试扰动频率 30mHz 至 100kHz 间的虚部和实部的阻抗；以虚部阻抗为 Y 轴，实部阻抗为 X 轴做直角坐标系并作图，则与 X 轴相交处到图像最右边的拐点的 X 轴坐标差就是待测极片的 R_{ct} （极片的离子阻抗）。

5、锂离子电池阻抗的测试方法：将电池以 0.2C（0.2 倍标称容量的电流）电流充到满充电压，再恒定电压充电到 0.05C 电流；再 0.2C 放电到放电电压，得到锂离子电池的实际容量 $C_{实}$ ；再以相同的方式将电池充满电；再将满充的电池以 0.1 $C_{实}$ 的电流放电 5 小时，记录结束的电压 V_1 ，结束的

电流 I_1 ，再将电池以 $1C_{\text{实}}$ 的电流放电 1s，记录结束的电压 V_2 ，结束的电流 I_2 ，则电池阻抗为 $(V_1 - V_2)/(I_2 - I_1)$ 。

6、锂离子电池的 2C 放电倍率的测试方法：在 25°C 环境下，将电池以 0.2C 电流充到满充电电压，再恒定电压充电到 0.05C 电流；再将电池以 0.2C 电流放电到满放电流，得到放电容量 $C_{0.2C}$ ；再将电池 0.2C 电流充到满充电电压，再恒定电压充电到 0.05C 电流，静置 30min 后再将电池以 2C 电流放电到满放电流，得到放电容量 C_{2C} ；则放电倍率为 $C_{2C}/C_{0.2C} \times 100\%$ 。

7、锂离子电池的循环性能的测试方法：在 25°C 环境下，将电池以 1C 电流充到满充电电压，再恒定电压充电到 0.05C 电流；再将电池以 1C 电流放电到满放电流，得到放电容量 C_1 ；再将电池按上述步骤重复充放电，第 x 次的放电容量记作 C_x ，则第 x 次的容量保持率为 $C_x/C_1 \times 100\%$ 。

实施例及对比例

1、正极极片的制备：将正极活性物质、导电剂、粘结剂以及可选的无机盐纳米线在适量的 N-甲基吡咯烷酮（简称为 NMP）溶剂中充分搅拌混合，使其形成均匀的正极浆料；将此浆料涂覆于正极集流体 Al 箔上，烘干、冷压，得到正极极片。各实施例与对比例中具体的正极活性物质、导电剂、粘结剂及无机盐纳米线的组成详见下表 1 至表 9。

2、负极极片的制备：将负极活性物质、导电剂、可选的粘结剂以及可选的无机盐纳米线在适量的水中充分搅拌混合，使其形成均匀的负极浆料；将此浆料涂覆于负极集流体 Cu 箔上，烘干、冷压，得到负极极片。各实施例与对比例中具体的负极活性物质、导电剂、粘结剂及无机盐纳米线的组

成详见下表 1 至表 9。

3、电解液的制备：在干燥氩气气氛中，将有机溶剂碳酸乙烯酯、碳酸甲乙酯和碳酸二乙酯以质量比 EC：EMC：DEC=30：50：20 混合得到有机溶液，然后向有机溶剂中加入锂盐六氟磷酸锂溶解并混合均匀，得到锂盐的浓度为 1.15Mol/L 的电解液。

4、锂离子电池的制备：正积极片和负积极片经激光模切、分条后进行卷绕，正积极片和负积极片之间以 PE 隔离膜进行分隔，从而制备得到卷绕裸电芯。裸电芯经顶侧封、喷码、真空干燥、注入电解液、高温静置后进行化成等工序，即可得到锂离子电池。

表 1 示出了无机盐纳米线种类对所制备得到的电积极片以及包含所述电积极片的锂离子电池的性能影响。其中：

以正极活性物质层的质量计，实施例 1-1 至实施例 1-10 的正积极片的组成为：97.4wt%钴酸锂（正极活性物质）、0.8wt%聚偏二氟乙烯（粘结剂）、1.4wt%导电炭黑（导电剂）以及 0.4wt%无机盐纳米线；对比例 1-1 的正积极片组成为：97.8wt%钴酸锂（正极活性物质）、0.8wt%聚偏二氟乙烯（粘结剂）以及 1.4wt%导电炭黑（导电剂）。

以负极活性物质层的质量计，实施例 1-1 至实施例 1-10、对比例 1-1 的负积极片的组成为：97.7wt%人造石墨（负极活性物质）、1.3wt%羧甲基纤维素（CMC、粘结剂）以及 1.0wt%丁苯橡胶（SBR、粘结剂）。

表 1

	无机盐纳米线				电极极片				锂离子电池		
	种类	长度 μm	长径比	比表面积 m^2/g	接触角。 °	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	Rct $\text{m}\Omega$	阻抗 $\text{m}\Omega$	2C 倍率性能 %	400 圈 容量保持率 %
实施例 1-1	羟基磷灰石	0.1	25	312	36.0	3.1	2	35	45	80	89.1
实施例 1-2	钨酸钡	0.1	25	301	38.3	2.9	1.9	36	47	79	88.7
实施例 1-3	硫酸钙	0.1	25	304	34.1	3.2	1.7	34	44	81	89.3
实施例 1-4	硅酸钠	0.1	25	321	41.1	3	2.1	37	49	78	88.5
实施例 1-5	钛酸钠	0.1	25	295	32.5	3	1.8	34	42	82	89.7
实施例 1-6	LLZTO	0.1	25	287	30.2	2.9	1.9	33	39	84	90.2
实施例 1-7	硅铝酸钠	0.1	25	326	38.1	3.1	1.7	36	47	79	88.8
实施例 1-8	硼酸钠	0.1	25	301	36.3	3	1.7	35	46	80	88.9
实施例 1-9	硝酸钙	0.1	25	298	33.8	2.9	1.8	34	44	81	89.5
实施例 1-10	锆酸钙	0.1	25	286	34.5	3	1.9	35	45	81	89.2
对比例 1-1	-				45.0	3	1.8	38	51	76	88.0

根据表 1 中的实施例 1-1 至实施例 1-10 与对比例 1-1 的对比可以看出，在电极极片中添加无机盐纳米线，可以降低电池充放电过程中的离子极化，提升电池的放电倍率性能及循环性能。这主要是由于无机盐纳米线吸附在活性物质颗粒表面或搭接在活性物质颗粒之间，建立了的定向传输的锂离子传输通路，增强了锂离子在活性物质层内的导通，进而降低了电池充放电过程中的离子极化。

根据表 1 中的实施例 1-1 与实施例 1-10 可以看出，离子型的无机盐纳米线均可以在一定程度上降低电池充放电过程中的离子极化。推测是因为此类型的无机盐纳米线结构内部存在可供锂离子迁移的通道，锂离子在这些内部通道中的传输增加了锂离子的导通，进而改善了锂离子电池的倍率性能和循环性能。

表 2 示出了无机盐纳米线的长度、长径比以及比表面积对所制备得到的电极极片以及包含所述电极极片的锂离子电池的性能影响。其中：

以正极活性物质层的质量计，实施例 2-1 至实施例 2-14 的正极极片的组成为：97.4wt% 钴酸锂、0.8wt% 聚偏二氟乙烯、1.4wt% 导电炭黑以及 0.4wt% 无机盐纳米线（羟基磷灰石）；

以负极活性物质层的质量计，实施例 2-1 至实施例 2-14 的负极极片的组成为：97.7wt% 人造石墨（负极活性物质）、1.3wt% 羧甲基纤维素（CMC、粘结剂）以及 1.0wt% 丁苯橡胶（SBR、粘结剂）。

表 2

	无机盐纳米线				电极极片				锂离子电池		
	种类	长度 μm	长径 比	比表 面积 m ² /g	接 触 角。 °	膜 片 电 阻 Ω	粘 结 力 N/m	Rct mΩ	阻 抗 mΩ	2C 倍 率 性 能 %	400 圈 容 量 保 持 率 %
实施例 2-1	羟基 磷灰 石	0.04	13	439	39.1	3.0	1.8	37	50	77	88.3
实施例 2-2		0.1	25	333	34.5	3.1	1.8	35	44	79	89.1
实施例 2-3		0.1	10	139	36.9	3.1	1.8	36	46	78.5	88.7
实施例 2-4		1.0	198	260	30.8	3.2	1.8	34	39	82	90.1
实施例 2-5		5.0	627	169	33.1	3.1	1.8	35	42	80	89.3
实施例 2-6		10	1134	154	39.0	3.1	1.9	36	50	77.5	88.4
实施例 2-7		15	1421	142	39.3	3.0	2.0	37	51	77	88.2
实施例 2-8		20	2000	132	39.5	3.0	2.1	37	51	76.5	88.1
实施例 2-9		0.1	2	30	39.0	3.2	1.8	37	50	76.5	88.2
实施例 2-10		0.013	4	453	39.0	3.2	1.7	37	51	76.2	88.1
实施例 2-11		1.4	10	10	37.2	3.1	1.8	36	47	78.3	88.4
实施例 2-12		0.1	40	500	35.1	3.0	1.7	35	45	78.7	88.9
实施例 2-13		0.1	40	700	39.1	3.1	1.7	37	51	76.2	88.1
实施例 2-14		3.0	10	5	39.0	3.2	1.7	37	51	76.3	88.1

根据表 2 中的实施例 2-1 至实施例 2-10 的数据可以看出，无机盐纳米

线的长度在 $0.04\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 、长径比在 10 至 2000 范围内时，电极极片具有低的离子阻抗值，相应的锂离子电池具有较好的倍率性能和容量保持率。无机盐纳米线的长度过小，锂离子在无机盐纳米线中传输路径过短，对锂离子的导通贡献不大；长度过大，无机盐纳米线容易缠绕、断裂，使其在极片中的分散变差，对锂离子的导通贡献降低。无机盐纳米线的长径比过小，其比表面积减小，接受和释放锂离子的能力被削弱；长径比过高，无机盐纳米线容易团聚，分散困难，难以均匀分散，对锂离子的导通贡献下降。

根据表 2 中的实施 2-11 至实施例 2-14 的数据可以看出，无机盐纳米线的比表面积在 $10\text{m}^2/\text{g}$ 至 $500\text{m}^2/\text{g}$ 范围内时，锂离子电池的倍率性能和容量保持率较优。比表面积过大时，无机盐纳米线易团聚，导致分散不良，进而使得锂离子的导通效果不佳；比表面积过小时，颗粒过大，同质量下的数量减少，锂离子的导通效果也偏差。

表 3 示出了无机盐纳米线在活性物质层内的含量对所制备得到的电极极片以及包含所述电极极片的锂离子电池的性能影响。在表 3 的实施例 3-1 至实施例 3-6 的正极极片中添加相同的无机盐纳米线羟基磷灰石，其中，羟基磷灰石的长度为 $0.1\mu\text{m}$ ，长径比为 25，比表面积为 $333\text{m}^2/\text{g}$ 。

以负极活性物质层的质量计，实施例 3-1 至实施例 3-6 的负极极片的组成为：97.7wt%人造石墨（负极活性物质）、1.3wt%羧甲基纤维素（CMC、粘结剂）以及 1.0wt%丁苯橡胶（SBR、粘结剂）。

表 3

	正极活性物质层各组分质量含量				电极极片				锂离子电池		
	羟基磷灰石 %	钴酸锂 %	导电炭黑 %	聚偏氟乙烯 %	接触角。	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	R _{ct} m Ω	阻抗 m Ω	2C 倍率性能 %	400 圈容量保持率 %
实施例 3-1	0.05	92.95	3.0	4.0	34.5	2.1	10	30	31	82	90.2
实施例 3-2	0.1	92.9			34.5	2.1	10	29.5	31	82.3	90.3
实施例 3-3	0.5	92.5			33.8	2.1	10	29	30	83	90.5
实施例 3-4	2.0	91.0			31.5	2.2	11	27	28.5	84.1	91.2
实施例 3-5	5.0	88.0			27.0	2.3	12	24	26	85.5	92.1
实施例 3-6	8.0	85.0			21.0	2.5	13	23	25	86.4	92.8

根据表 3 中的实施例 3-1 至实施例 3-6 的数据可以看出，无机盐纳米线的质量含量在 0.1%至 5.0%范围内时，电极极片具有低的离子阻抗值，相应的锂离子电池具有较好的倍率性能和容量保持率。无机盐纳米线的含量过高，锂离子在电解液、颗粒间传输的距离反而增加，且电子电导也会受到一定的阻隔，导致极化增加，电池性能变差。

表 4 示出了采用无机盐纳米线与不同的正极活性物质的配合时对所制备得到的电极极片以及包含所述电极极片的锂离子电池的性能影响。在表 4 的实施例 4-1 至实施例 4-5 中添加相同的无机盐纳米线羟基磷灰石，其中，羟基磷灰石的长度为 0.1 μm ，长径比为 25，比表面积为 333 m^2/g 。

以正极活性物质层的质量计，实施例 4-1 至实施例 4-5 的正极极片的组成为：97.4wt%正极活性物质、0.8wt%聚偏二氟乙烯、1.4wt%导电炭黑以及 0.4wt%无机盐纳米线（羟基磷灰石）；对比例 4-1 至对比例 4-5 的正极

极片的组成为：97.8wt%正极活性物质、0.8wt%聚偏二氟乙烯以及 1.4wt%导电炭黑。

以负极活性物质层的质量计，实施例 4-1 至实施例 4-5、对比例 4-1 至对比例 4-5 的负极极片的组成为：97.7wt%人造石墨（负极活性物质）、1.3wt%羧甲基纤维素（CMC、粘结剂）以及 1.0wt%丁苯橡胶（SBR、粘结剂）。

表 4

	正极活性物质层		电极极片				锂离子电池		
	无机盐纳米线	活性物质	接触角。 °	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	Rct m Ω	阻抗 m Ω	2C 倍率性能 %	400 圈容量保持率 %
实施例 4-1	羟基磷灰石	钴酸锂	36.0	3.1	2.0	35	45	80	89.1
对比例 4-1	-		45.0	3.0	1.8	38	51	76	88.0
实施例 4-2	羟基磷灰石	锰酸锂	29.2	8.2	2.2	39	74	91	86.1
对比例 4-2	-		35.4	9.0	2.1	51	83	88	83.4
实施例 4-3	羟基磷灰石	磷酸铁锂	31.1	0.9	1.6	3.0	2.0	99	97.8
对比例 4-3	-		37.0	1.0	1.6	4.0	3.0	97	96.5
实施例 4-4	羟基磷灰石	镍钴酸锂	32.3	1.3	1.8	4.0	5.0	98.7	99.1
对比例 4-4	-		39.5	1.5	1.9	5.0	6.0	98.2	98.7
实施例 4-5	羟基磷灰石	镍钴酸锂 + 钴酸锂 (质量比 1: 1)	34.1	2.3	1.8	26	31	92.4	95.6
对比例 4-5	-		42.3	2.4	1.8	31	37	91	94.3

根据表 4 中的实施例 4-1 至实施例 4-5 与对比例 4-1 至 4-5 的对比可以看出，在含有不同类型正极活性材料的正极中添加无机盐纳米线均可以降低极片的离子阻抗，提高锂离子电池的倍率性能和容量保持率。无机盐纳米线在采用不同正极活性物质的正极中具有普适性。

表 5 示出了采用无机盐纳米线与不同的负极活性物质的配合时所制

备得到的电极极片以及包含所述电极极片的锂离子电池的性能影响。在表 5 的实施例 5-1 至实施例 5-5 中添加相同的无机盐纳米线羟基磷灰石，其中，羟基磷灰石的长度为 $0.1\mu\text{m}$ ，长径比为 25，比表面积为 $333\text{m}^2/\text{g}$ 。

以正极活性物质层的质量计，实施例 5-1 至实施例 5-5、对比例 5-1 至对比例 5-5 的正极极片的组成为：97.8wt% 钴酸锂、0.8wt% 聚偏二氟乙烯以及 1.4wt% 导电炭黑。

以负极活性物质层的质量计，实施例 5-1 至实施例 5-4 的负极极片的组成为：97.3wt% 负极活性物质、1.3wt% 羧甲基纤维素、1.0wt% 丁苯橡胶以及 0.4wt% 羟基磷灰石。实施例 5-5 的负极极片的组成为：96.3wt% 负极活性物质、1.3wt% 羧甲基纤维素、1.0wt% 丁苯橡胶、0.4wt% 羟基磷灰石以及 1.0wt% 导电炭黑。

对比例 5-1 至对比例 5-4 的负极极片的组成为：97.7wt% 负极活性物质、1.3wt% 羧甲基纤维素以及 1.0wt% 丁苯橡胶。对比例 5-5 的负极极片的组成为：96.7wt% 负极活性物质、1.3wt% 羧甲基纤维素、1.0wt% 丁苯橡胶以及 1.0wt% 导电炭黑。

表 5

	负极活性物质层		电极极片				锂离子电池		
	无机盐纳米线	活性物质	接触角。	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	Rct $\text{m}\Omega$	阻抗 $\text{m}\Omega$	2C 倍率性能 %	400 圈容量保持率 %
实施例 5-1	羟基磷灰石	人造石墨	35.1	0.4	1.3	32	46	79	89.0
对比例 5-1	-		43.4	0.4	1.3	39	52	75	87.8
实施例 5-2	羟基磷灰石	硅碳复合材料	37.1	0.7	1.4	39	52	75	81.2

对比例 5-2	-		45.1	0.7	1.4	51	64	71	78.1
实施例 5-3	羟基磷灰石	硬碳	34.2	0.6	1.4	38	51	77	88.2
对比例 5-3	-		41.5	0.6	1.4	49	59	73	87.1
实施例 5-4	羟基磷灰石	软碳	31.1	0.5	1.5	33	48	78	88.6
对比例 5-4	-		40.4	0.5	1.5	41	54	74	87.5
实施例 5-5	羟基磷灰石	硅氧化物	22.6	3.5	1.4	35	58	73	87.1
对比例 5-5	-		32.8	3.5	1.4	41	71	69	84.7

根据表 5 中的实施例 5-1 至实施例 5-5 与对比例 5-1 至 5-5 的对比可以看出, 在含有不同类型负极活性材料的负极中添加无机盐纳米线均可以降低极片的离子阻抗, 提高锂离子电池的倍率性能和容量保持率。无机盐纳米线在采用不同负极活性物质的负极中具有普适性。

表 6 示出了负极活性物层中导电剂种类和粘结剂种类对所制备得到的电极极片以及包含所述电极极片的锂离子电池的性能影响。在表 6 的实施例 6-1 至实施例 6-14 的正极极片中添加相同的无机盐纳米线羟基磷灰石, 其中, 羟基磷灰石的长度为 $0.1\mu\text{m}$, 长径比为 25, 比表面积为 $333\text{m}^2/\text{g}$ 。

以正极活性物质层的质量计, 实施例 6-1 至实施例 6-14 的正极极片的组成为: 97.4wt% 钴酸锂、0.8wt% 粘接剂、1.4wt% 导电剂以及 0.4wt% 羟基磷灰石。其中实施例 6-12 至实施例 6-14 的正极浆料采用水作为溶剂。

以负极活性物质层的质量计, 实施例 6-1 至实施例 6-14 的负极极片的组成为: 97.7wt% 人造石墨(负极活性物质)、1.3wt% 羧甲基纤维素以及 1.0wt% 丁苯橡胶。

表 6

	正极活性物质层		电极极片				锂离子电池		
	导电剂	粘接剂	接触角。 °	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	Rct m Ω	阻抗 m Ω	2C 倍率性能 %	400 圈容量保持率 %
实施例 6-1	导电炭黑	聚偏氟乙烯	36.0	3.1	2	35	45	80	89.1
实施例 6-2	多壁碳纳米管		34.5	2.9	2.1	33	42	81.1	89.6
实施例 6-3	单壁碳纳米管		34.5	2.7	2.5	30	39	82.9	90.6
实施例 6-4	石墨烯		34.5	2.8	2	31	41	82.3	90.3
实施例 6-5	导电石墨		37.5	3.2	1.9	36	46	79.4	88.7
实施例 6-6	科琴黑		34.5	3.1	2	35	45	80.0	89.0
实施例 6-7	导电炭黑+多壁碳纳米管 (质量比 1: 1)		34.5	2.9	2.2	32	42	81.7	89.9
实施例 6-8	导电炭黑	聚四氟乙烯	34.5	3.1	3	35	45	80.1	89.3
实施例 6-9		羧酸改性聚偏氟乙烯	34.5	3.1	3	34	44	80.5	89.5
实施例 6-10		改性 SBR 橡胶	36.0	3.2	4	36	47	79.2	88.8
实施例 6-11		聚氨酯	33.0	3.2	5	36	46	79.7	89.1
实施例 6-12		羧甲基纤维素钠	33.0	3.0	21	32	41	81.9	90.3
实施例 6-13		聚烯醇	31.5	3.1	15	33	42	81.4	90.0
实施例 6-14		聚丙烯酸酯	31.5	3.1	25	33	42	81.5	90.1

表 7 示出了电极极片与电解质溶液的接触角对锂离子电池的性能影响。在表 7 的实施例 7-1 至实施例 7-5 的正极极片中添加相同的无机盐纳米线羟基磷灰石，并调整极片的厚度来调整接触角的大小。其中，羟基磷灰石

的长度为 $0.1\mu\text{m}$ ，长径比为 25，比表面积为 $333\text{m}^2/\text{g}$ 。对比例 7-1 中不添加无机盐纳米线。

以负极活性物质层的质量计，实施例 7-1 至实施例 7-5、对比例 7-1 的负极极片的组成为：97.7wt%人造石墨（负极活性物质）、1.3wt%羧甲基纤维素以及 1.0wt%丁苯橡胶。

表 7

	正极活性物质层各组分质量含量				电极极片				锂离子电池		
	羟基磷灰石 %	钴酸锂 %	导电炭黑 %	聚偏氟乙烯 %	接触角。	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	Rct m Ω	阻抗 m Ω	2C 倍率性能 %	400 圈容量保持率 %
实施例 7-1	0.1	97.7	1.4	0.8	49.5	3	1.9	38	51	76.1	88.2
实施例 7-2	0.1	97.7			45.0	3	1.9	36.5	50	77	88.4
实施例 7-3	0.2	97.6			40.5	3.1	2	36	47	78.3	88.8
实施例 7-4	0.8	97.0			33.0	3.2	2.3	34	42	82	89.8
实施例 7-5	1.2	96.6			30.0	3.4	2.6	32.5	39	83.5	90.7
对比例 7-1	-	97.8			45.0	3	1.8	38	51	76	88.0

根据表 7 中的数据可以看出，接触角过大，极片与电解液的浸润性差，不利于锂离子电池的倍率和循环性能。

表 8 示出了电极极片的膜片电阻以及离子阻抗对锂离子电池的性能影响。在表 8 的实施例 8-1 至实施例 8-5 的正极极片中添加相同的无机盐纳米线羟基磷灰石，并调整极片的厚度来调整接触角的大小，调整无机盐纳米线和导电剂的含量调控膜片电阻。其中，羟基磷灰石的长度为 $0.1\mu\text{m}$ ，长径比为 25，比表面积为 $333\text{m}^2/\text{g}$ 。对比例 8-1 中不添加无机盐纳米线。

以负极活性物质层的质量计，实施例 8-1 至实施例 8-5、对比例 8-1 的负极极片的组成为：97.7wt%人造石墨（负极活性物质）、1.3wt%羧甲基纤维素以及 1.0wt%丁苯橡胶。

表 8

	正极活性物质层各组分质量含量				电极极片				锂离子电池		
	羟基磷灰石 %	钴酸锂 %	导电炭黑 %	聚偏氟乙烯 %	接触角。	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	Rct m Ω	阻抗 m Ω	2C 倍率性能 %	400 圈容量保持率 %
实施例 8-1	1.0	96.5	0.5	2.0	39.0	9.5	6	40	66	74.1	84.3
实施例 8-2	2.0	95.5	0.5		33.0	10	7	36	58	78.9	85.8
实施例 8-3	3.0	94.5	0.5		30.0	15	8	32	67	75.2	84.1
实施例 8-4	0.2	97.3	0.5		43.5	9.1	5	43	77	67.5	81.3
实施例 8-5	3.0	94.0	1.0		28.5	5	8	30	46	81.3	88.1
对比例 8-1	-	97.5	0.5		52.5	9	5	46	78	67%	81.1

根据表 8 中的数据可以看出，膜片电阻以及离子阻抗过高均会增加电芯的极化，从而恶化锂离子电池的倍率和循环性能。

表 9 示出了电极极片的粘结力对锂离子电池的性能影响。在表 9 的实施例 9-1 至实施例 9-5 的正极极片中添加相同的无机盐纳米线羟基磷灰石。其中，羟基磷灰石的长度为 0.1 μm ，长径比为 25，比表面积为 333 m^2/g 。对比例 9-1 中不添加无机盐纳米线。其中实施例 9-4 中采用聚丙烯酸酯代替聚偏氟乙烯，正极浆料中的溶剂为水。

以负极活性物质层的质量计，实施例 9-1 至实施例 9-5、对比例 9-1 的负极极片的组成为：97.7wt%人造石墨（负极活性物质）、1.3wt%羧甲基纤

纤维素以及 1.0wt%丁苯橡胶。

表 9

	正极活性物质层各组分质量含量				电极极片				锂离子电池		
	羟基磷灰石 %	钴酸锂 %	导电炭黑 %	聚偏氟乙烯 %	接触角。	膜片电阻 Ω	粘结力 N/m	Rct mΩ	阻抗 mΩ	2C 倍率性能 %	400 圈容量保持率 %
实施例 9-1	0.4	97.6	1.4	0.6	36.0	3.1	2	35	45	80	89.1
实施例 9-2		97.4		0.8	35.0	3.0	1.4	34	44	80.1	89.1
实施例 9-3		97.6		0.6	35.0	2.8	1	33	44	81.1	89.3
实施例 9-4		97.7		0.5	32.0	5	100	30	39	83.2	90.3
实施例 9-5		95.2		3.0	34.0	3.0	0.8	34	47	78	88.7
对比例 9-1	-	98.2		0.4	43.0	2.8	1.3	37	50	76	88.1

根据表 9 中的数据可以看出，粘接力过低，颗粒粘接变弱，导致电芯极化增加，从而恶化锂离子电池的倍率和循环性能。

尽管已经演示和描述了说明性实施例，本领域技术人员应该理解上述实施例不能被解释为对本申请的限制，并且可以在不脱离本申请的精神、原理及范围的情况下对实施例进行改变，替代和修改。

权利要求书

1、一种电化学装置，包括电极极片，所述电极极片包括集流体和活性物质层，所述活性物质层包括活性物质颗粒和无机盐纳米线，所述无机盐纳米线位于所述活性物质颗粒表面和/或所述无机盐纳米线的第一端和第二端位于不同的活性物质颗粒表面。

2、根据权利要求1所述的电化学装置，其中，所述无机盐纳米线包括离子型无机盐纳米线中的至少一种。

3、根据权利要求1所述的电化学装置，其中，所述无机盐纳米线包括磷酸盐纳米线、钨酸盐纳米线、碳酸盐纳米线、硫酸盐纳米线、硅酸盐纳米线、硅铝酸盐纳米线、硼酸盐纳米线、硝酸盐纳米线、锆酸盐纳米线、钛酸盐纳米线或LLZTO纳米线中的至少一种。

4、根据权利要求1所述的电化学装置，其中，所述无机盐纳米线的长度为 $0.04\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ ，所述无机盐纳米线的长径比为10至2000。

5、根据权利要求1所述的电化学装置，其中，所述无机盐纳米线的长度为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ ，所述无机盐纳米线的长径比为20至1000。

6、根据权利要求1所述的电化学装置，其中，所述无机盐纳米线的比表面积为 $10\text{m}^2/\text{g}$ 至 $500\text{m}^2/\text{g}$ 。

7、根据权利要求1所述的电化学装置，其中，以活性物质层的总质量计，所述无机盐纳米线的质量含量为0.1%至5%。

8、根据权利要求1所述的电化学装置，其中，所述电极极片满足以下条件(a)至(d)中的至少一者：

(a)所述电极极片与电解质溶液的接触角 $\leq 45^\circ$ ，其中所述电解质溶

液为含有 1mol/L 六氟磷酸锂的碳酸二甲酯；

(b) 所述电极极片的膜片电阻 $\leq 10\Omega$ ；

(c) 所述活性物质层与集流体之间粘结力为 1N/m 至 100N/m；

(d) 所述电极极片的离子阻抗 $\leq 40m\Omega$ 。

9、根据权利要求 1 所述的电化学装置，其中，所述电化学装置满足以下条件中 (e) 至 (f) 的至少一者：

(e) 所述活性物质包括正极活性物质或负极活性物质，所述正极活性物质包括磷酸铁锂、磷酸锰铁锂、钴酸锂、镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂、锰酸锂、镍锰酸锂或钴锰酸锂中的至少一种，

所述负极活性物质包括碳材料或硅材料中的至少一种；

(f) 所述活性物质层还包括粘结剂和/或导电剂，

所述粘结剂包括聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、聚烯烃类、羧甲基纤维素钠、羧甲基纤维素锂、改性聚偏氟乙烯、改性 SBR 橡胶或聚氨酯中的至少一种，

所述导电剂包括导电炭黑、导电石墨、碳纤维、多壁碳纳米管、单壁碳纳米管、硬碳、软碳、科琴黑或石墨烯中的至少一种。

10、一种电子装置，其包括权利要求 1 至 9 中任一项所述的电化学装置。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/102399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01M 4/13(2010.01)i; H01M 4/62(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) 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) CNKI; CNTXT; CNABS; DWPI; WPABS: 无机盐, 钨酸盐, 钨酸钡, 硼酸盐, 硼酸钠, 钛酸盐, 钛酸钠, LLZTO, 硅酸盐, 硅酸钠, 硅铝酸盐, 硅铝酸钠, 硫酸盐, 硫酸钙, 磷酸盐, 羟基磷灰石, 碳酸盐, 钨酸盐, 钨酸钙, 硝酸盐, 硝酸钙, 纳米线, 纳米纤维, 纳米管, 纳米条, 锂, 离子, 传, 导, 输, inorganic salt, tungstate, barium tungstate, borate, sodium borate, titanate, sodium titanate, LLZTO, silicate, sodium silicate, aluminosilicate, sodium aluminosilicate, sulfate, sulfuric acid calcium, phosphate, hydroxyapatite, carbonate, zirconate, calcium zirconate, nitrate, calcium nitrate, nanowire, nanofiber, nanotube, nanobar, lithium, ion, conduction																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 109560247 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 02 April 2019 (2019-04-02) description, paragraphs 5-37</td> <td>1, 2, 4-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 110970613 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 April 2020 (2020-04-07) description, paragraphs 5-79</td> <td>1, 2, 4-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 109994705 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 July 2019 (2019-07-09) description paragraphs 12-100</td> <td>1, 2, 4-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111276690 A (INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES et al.) 12 June 2020 (2020-06-12) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112701255 A (CHENGDU NEW KELI CHEMICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 April 2021 (2021-04-23) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	CN 109560247 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 02 April 2019 (2019-04-02) description, paragraphs 5-37	1, 2, 4-10	X	CN 110970613 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 April 2020 (2020-04-07) description, paragraphs 5-79	1, 2, 4-10	X	CN 109994705 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 July 2019 (2019-07-09) description paragraphs 12-100	1, 2, 4-10	A	CN 111276690 A (INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES et al.) 12 June 2020 (2020-06-12) entire document	1-10	A	CN 112701255 A (CHENGDU NEW KELI CHEMICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 April 2021 (2021-04-23) entire document	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	CN 109560247 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 02 April 2019 (2019-04-02) description, paragraphs 5-37	1, 2, 4-10																		
X	CN 110970613 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 April 2020 (2020-04-07) description, paragraphs 5-79	1, 2, 4-10																		
X	CN 109994705 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 July 2019 (2019-07-09) description paragraphs 12-100	1, 2, 4-10																		
A	CN 111276690 A (INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES et al.) 12 June 2020 (2020-06-12) entire document	1-10																		
A	CN 112701255 A (CHENGDU NEW KELI CHEMICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 April 2021 (2021-04-23) entire document	1-10																		
☒ 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 “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 03 March 2022		Date of mailing of the international search report 08 April 2022																		
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/102399**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107565081 A (SHANGHAI INSTITUTE OF CERAMICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 09 January 2018 (2018-01-09) entire document	1-10
A	WO 2020162708 A1 (LG CHEMICAL LTD.) 13 August 2020 (2020-08-13) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/102399

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109560247	A	02 April 2019	US	2019097237	A1	28 March 2019
				US	10790513	B2	29 September 2020
				CN	109560247	B	23 February 2021
CN	110970613	A	07 April 2020	US	2021210749	A1	08 July 2021
				EP	3787068	A1	03 March 2021
				EP	3787068	A4	11 August 2021
				WO	2020063740	A1	02 April 2020
				CN	110970613	B	15 June 2021
CN	109994705	A	09 July 2019	EP	3506397	A1	03 July 2019
				US	2019207202	A1	04 July 2019
CN	111276690	A	12 June 2020	CN	111276690	B	12 March 2021
CN	112701255	A	23 April 2021	None			
CN	107565081	A	09 January 2018	CN	107565081	B	19 November 2019
WO	2020162708	A1	13 August 2020	EP	3907786	A1	10 November 2021
				KR	20200097658	A	19 August 2020
				CN	113574696	A	29 October 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/102399

A. 主题的分类 H01M 4/13(2010.01)i; H01M 4/62(2006.01)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) 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)) CNKI;CNTXT;CNABS;DWPI;WPABS:无机盐, 钨酸盐, 钨酸钡, 硼酸盐, 硼酸钠, 钛酸盐, 钛酸钠, LLZTO, 硅酸盐, 硅酸钠, 硅铝酸盐, 硅铝酸钠, 硫酸盐, 硫酸钙, 磷酸盐, 羟基磷灰石, 碳酸盐, 钼酸盐, 钼酸钙, 硝酸盐, 硝酸钙, 纳米线, 纳米纤维, 纳米管, 纳米条, 锂, 离子, 传, 导, 输, inorganic salt, tungstate, barium tungstate, borate, sodium borate, titanate, sodium titanate, LLZTO, silicate, sodium silicate, aluminosilicate, sodium aluminosilicate, sulfate, sulfuric acid calcium, phosphate, hydroxyapatite, carbonate, zirconate, calcium zirconate, nitrate, calcium nitrate, nanowire, nanofiber, nanotube, nanobar, lithium, ion, conduction																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 109560247 A (宁德新能源科技有限公司) 2019年4月2日 (2019 - 04 - 02) 说明书第5-37段</td> <td>1, 2, 4-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 110970613 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2020年4月7日 (2020 - 04 - 07) 说明书第5-79段</td> <td>1, 2, 4-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 109994705 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2019年7月9日 (2019 - 07 - 09) 说明书第12-100段</td> <td>1, 2, 4-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111276690 A (中国科学院过程工程研究所等) 2020年6月12日 (2020 - 06 - 12) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112701255 A (成都新柯力化工科技有限公司) 2021年4月23日 (2021 - 04 - 23) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107565081 A (中国科学院上海硅酸盐研究所) 2018年1月9日 (2018 - 01 - 09) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 109560247 A (宁德新能源科技有限公司) 2019年4月2日 (2019 - 04 - 02) 说明书第5-37段	1, 2, 4-10	X	CN 110970613 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2020年4月7日 (2020 - 04 - 07) 说明书第5-79段	1, 2, 4-10	X	CN 109994705 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2019年7月9日 (2019 - 07 - 09) 说明书第12-100段	1, 2, 4-10	A	CN 111276690 A (中国科学院过程工程研究所等) 2020年6月12日 (2020 - 06 - 12) 全文	1-10	A	CN 112701255 A (成都新柯力化工科技有限公司) 2021年4月23日 (2021 - 04 - 23) 全文	1-10	A	CN 107565081 A (中国科学院上海硅酸盐研究所) 2018年1月9日 (2018 - 01 - 09) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 109560247 A (宁德新能源科技有限公司) 2019年4月2日 (2019 - 04 - 02) 说明书第5-37段	1, 2, 4-10																					
X	CN 110970613 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2020年4月7日 (2020 - 04 - 07) 说明书第5-79段	1, 2, 4-10																					
X	CN 109994705 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2019年7月9日 (2019 - 07 - 09) 说明书第12-100段	1, 2, 4-10																					
A	CN 111276690 A (中国科学院过程工程研究所等) 2020年6月12日 (2020 - 06 - 12) 全文	1-10																					
A	CN 112701255 A (成都新柯力化工科技有限公司) 2021年4月23日 (2021 - 04 - 23) 全文	1-10																					
A	CN 107565081 A (中国科学院上海硅酸盐研究所) 2018年1月9日 (2018 - 01 - 09) 全文	1-10																					
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 “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 </td> <td style="vertical-align: top;"> “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 </td> </tr> </table>			* 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 “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																			
* 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 “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 2022年3月3日		国际检索报告邮寄日期 2022年4月8日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 伍俊霞 电话号码 (86-10)62412324																					

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 2020162708 A1 (LG CHEMICAL LTD) 2020年8月13日 (2020 - 08 - 13) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/102399

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	109560247	A	2019年4月2日	US	2019097237	A1	2019年3月28日
				US	10790513	B2	2020年9月29日
				CN	109560247	B	2021年2月23日
CN	110970613	A	2020年4月7日	US	2021210749	A1	2021年7月8日
				EP	3787068	A1	2021年3月3日
				EP	3787068	A4	2021年8月11日
				WO	2020063740	A1	2020年4月2日
				CN	110970613	B	2021年6月15日
CN	109994705	A	2019年7月9日	EP	3506397	A1	2019年7月3日
				US	2019207202	A1	2019年7月4日
CN	111276690	A	2020年6月12日	CN	111276690	B	2021年3月12日
CN	112701255	A	2021年4月23日	无			
CN	107565081	A	2018年1月9日	CN	107565081	B	2019年11月19日
WO	2020162708	A1	2020年8月13日	EP	3907786	A1	2021年11月10日
				KR	20200097658	A	2020年8月19日
				CN	113574696	A	2021年10月29日