

## (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  
2023年7月27日 (27.07.2023)



(10) 国际公布号  
**WO 2023/137586 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*H01M 4/13* (2010.01) *H01M 50/46* (2021.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/072533

(22) 国际申请日: 2022年1月18日 (18.01.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 东莞新能源科技有限公司(DONGGUAN AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业西路1号, Guangdong 523808 (CN)。

(72) 发明人: 张远杰(ZHANG, Yuanjie); 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业西路1号, Guangdong 523808 (CN)。 冯波(FENG, Bo); 中

国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业西路1号, Guangdong 523808 (CN)。 苏义松(SU, Yisong); 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业西路1号, Guangdong 523808 (CN)。

(74) 代理人: 北京柏杉松知识产权代理事务所(普通合伙)(PATENTSINO IP FIRM); 中国北京市朝阳区小营北路53号院中源科技大厦3号楼4层, 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,

(54) Title: ELECTRODE SHEET, ELECTROCHEMICAL DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 一种电极极片、电化学装置和电子装置

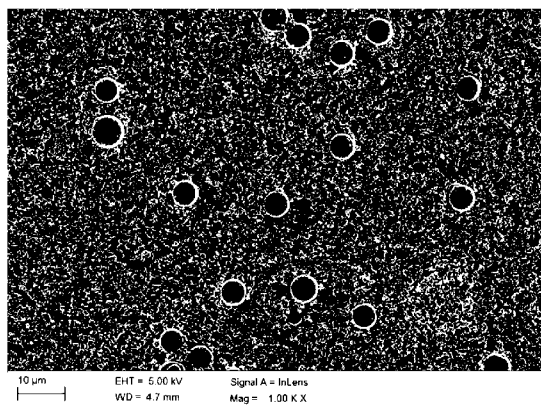


图1

(57) Abstract: The present application provides an electrode sheet, an electrochemical device, and an electronic device. The electrode sheet comprises a current collector, an active material layer, and an insulating layer, wherein the active material layer is disposed between the current collector and the insulating layer. The insulating layer comprises an insulating inorganic substance, a binder, and a high-molecular polymer, wherein the high-molecular polymer comprises high-molecular polymer particles, and there are 2-60 high-molecular polymer particles exposed in any 45 μm×27 μm region on the surface of the insulating layer. By regulating and controlling the number of high-molecular polymer particles exposed on per unit area of the insulating layer within the described range, a bonding effect between the electrode sheet and an isolating membrane can be remarkably improved, and deformation resistance of the electrochemical device is enhanced, thereby improving the stability and the safety of the electrochemical device.

(57) 摘要: 本申请提供了一种电极极片、电化学装置和电子装置, 电极极片包括集流体、活性材料层以及绝缘层, 其中, 活性材料层设置于集流体与所述绝缘层之间; 绝缘层包括绝缘无机物、粘结剂和高分子聚合物, 其中, 高分子聚合物包括高分子聚合物颗粒, 在绝缘层表面任意45μm×27μm区域内裸露的高分子聚合物颗粒的数量为2个至60个。通过调控绝缘层单位面积上裸露的高分子聚合物颗粒的数量在上述范围内, 可以显著提升电极极片与隔离膜之间的粘结效果, 增强电化学装置的抗变形能力, 从而有利于提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

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, 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))。

# 一种电极极片、电化学装置和电子装置

## 技术领域

本申请涉及电化学领域，特别是涉及一种电极极片、电化学装置和电子装置。

## 5 背景技术

锂离子电池由于具有高能量密度、长循环寿命及无记忆效应等优点而被广泛应用于穿戴设备、智能手机、无人机、电动汽车及大型储能等设备等领域，已成为当今世界最具发展潜力的新型绿色化学电源，但也对锂离子电池的安全性能提出更高的要求。

其中，锂离子电池中的隔离膜位于正极极片与负极极片之间，有隔绝正极极片与负极极片且同时导通锂离子的作用。但是在异物刺破隔离膜等极端条件下，正极极片与负极极片可能会接触，从而形成电子回路导致内部短路发生，降低锂离子电池的安全性。因此，亟待开发一种电极极片，以同时提高锂离子电池的稳定性能和安全性能。

## 发明内容

15 本申请的目的在于提供一种电极极片、电化学装置和电子装置，以提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

本申请的第一方面提供了一种电极极片，包括集流体、活性材料层以及绝缘层，其中，所述活性材料层设置于所述集流体与所述绝缘层之间；所述绝缘层包括绝缘无机物、粘结剂和聚合物，其中，所述的高分子聚合物包括高分子聚合物颗粒，在所述绝缘层表面任意  $45\mu\text{m}\times 27\mu\text{m}$  区域内裸露的所述高分子聚合物颗粒的数量为 2 个至 60 个。

20 本申请的有益效果：本申请中，裸露在绝缘层表面的高分子聚合物颗粒会与隔离膜表面的粘结层粒子进行粘结，这种粘结层粒子通常也为高分子聚合物，而这种隔离膜粘结层粒子可以与极片绝缘层中的高分子聚合物之间表现出很强的融合粘结作用。通过调控绝缘层单位面积上裸露的高分子聚合物颗粒的数量在上述范围内，能够提升电极极片界面的粘结效果，从而提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

25 在本申请的一些实施方式中，所述高分子聚合物颗粒的  $D_{v50}$  为  $1\mu\text{m}$  至  $20\mu\text{m}$ ，所述高分子聚合物颗粒  $D_{v50}$  与所述绝缘层厚度  $d\mu\text{m}$  的比值为  $k_1=D_{v50}/d$ ，满足  $1\leq k_1\leq 3$ 。通过调控  $k_1$  在上述范围内，可以显著提升电极极片与隔离膜之间的粘结效果，增强电化学装置的抗变形能力，从而有利于提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

在本申请的一些实施方式中，所述高分子聚合物颗粒中包含直径  $D$  的颗粒，所述直径  $D$  与所述绝缘层厚度  $d$   $\mu\text{m}$  的比值为  $k_2=D/d$ ，满足  $1 < k_2 \leq 3$ 。通过调控  $k_2$  在上述范围内，可以显著提升电极极片与隔离膜之间的粘结效果，增强电化学装置的抗变形能力，从而有利于提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

5 在本申请的一些实施方式中，在绝缘层表面上裸露的所述高分子聚合物颗粒中单个颗粒的裸露面积为  $20\mu\text{m}^2$  至  $315\mu\text{m}^2$ 。

在本申请的一些实施方式中，所述绝缘无机物包括三氧化二铝、二氧化钛、氧化镁、氧化锆或氧化锌中的至少一种。

10 在本申请的一些实施方式中，所述高分子聚合物包括聚偏氟乙烯、聚乙烯或聚丙烯中的至少一种。

在本申请的一些实施方式中，所述电极极片为正极极片或负极极片中的至少一种。

本申请第二方面提供了一种电化学装置，包含隔离膜，以及所述的电极极片。本申请提供的电极极片具有良好的界面粘结效果，从而有利于同时提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

15 在本申请的一些实施方式中，所述隔离膜的基材与所述高分子聚合物具有相同的材质，其中，所述隔离膜与所述绝缘层接触的表面上无粘结剂层。

在本申请的一些实施方式中，所述隔离膜的基材与所述高分子聚合物具有不同的材质，其中，所述隔离膜与所述绝缘层接触的表面上有粘结剂层。

20 在本申请的一些实施方式中，所述粘结剂层中的粘结剂包括聚偏氟乙烯、聚丙烯酸盐、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚酰胺、聚酰亚胺、芳纶、聚丙烯酸酯、丁苯橡胶、聚丙烯酰胺或聚烯烃中的至少一种。

本申请第三方面提供了一种电子装置，包含本申请任一实施方案中所述电化学装置。本申请提供的电化学装置具有良好的稳定性能和安全性能，从而本申请提供的电子装置具有良好的稳定性能和安全性能。

25 本申请提供了一种电极极片、电化学装置以及电子装置，电极极片包括集流体、活性材料层以及绝缘层，其中，所述活性材料层设置于所述集流体与所述绝缘层之间，所述绝缘层包括绝缘无机物、粘结剂和高分子聚合物，高分子聚合物包括高分子聚合物颗粒，在绝缘层表面任意  $45\mu\text{m} \times 27\mu\text{m}$  区域内裸露的所述高分子聚合物颗粒的数量为 2 个至 60 个。本申请中，裸露在绝缘层表面的高分子聚合物颗粒会与隔离膜表面的粘结层粒子进行粘结，

这种粘结层粒子通常也为高分子聚合物，而这种隔离膜粘结层粒子可以与极片绝缘层中的高分子聚合物之间表现出很强的融合粘结作用，进而提升极片与隔离膜之间的界面粘结力，增强电化学装置的抗变形能力，从而有利于提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

## 附图说明

5 为了更清楚地说明本申请实施例和现有技术的技术方案，下面对实施例和现有技术中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例。

图 1 为实施例 2 中含高分子聚合物颗粒的绝缘层表面扫描电镜图。

图 2 为实施例 2 中含高分子聚合物颗粒的绝缘层横截面扫描电镜图。

10 图 3 为本申请一种实施方案的绝缘层结构示意图。

图 4 为常规极片（对比例 1）的绝缘层表面扫描电镜图。

图 5 为常规极片（对比例 1）的绝缘层横截面扫描电镜图。

图 6 为实施例 2 热压后的极片绝缘层表面扫描电镜图。

图 7 为实施例 2 热压后的极片绝缘层横截面扫描电镜图。

15 图 8 为低含量高分子聚合物颗粒的绝缘层表面扫描电镜图。

图 9 为高含量高分子聚合物颗粒的绝缘层表面扫描电镜图。

## 具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案、及优点更加清楚明白，以下参照附图并举实施例，对本发明进一步详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部  
20 的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他技术方案，都属于本申请保护的范围。

需要说明的是，本申请的具体实施方式中，以锂离子电池作为电化学装置的例子来解释本申请，但是本申请的电化学装置并不仅限于锂离子电池。

电极极片（下文简称极片）表面的绝缘涂层通常包括绝缘物质和粘结剂，但由于绝缘  
25 涂层中的粘结剂只起到粘结绝缘物质的作用，并不能直接与隔离膜发生粘结，隔离膜与极片表面绝缘涂层的粘结只能依靠隔离膜自身的粘结剂，而极片与隔离膜之间的高粘结效果对于提高电化学装置的抗变形能力以及硬度具有直接的改善作用。基于上述问题，本申请提供一种电极极片、电化学装置和电子装置，以提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

本申请第一方面提供了一种电极极片，包括集流体、活性材料层以及绝缘层，其中，

所述活性材料层设置于所述集流体与所述绝缘层之间；所述绝缘层包括绝缘无机物、粘结剂和高分子聚合物。其中，高分子聚合物包括高分子聚合物颗粒，在所述绝缘层表面任意  $45\mu\text{m}\times 27\mu\text{m}$  区域内裸露的所述高分子聚合物颗粒的数量为 2 个至 60 个。本申请发明人发现，若绝缘层单位面积上裸露的高分子聚合物颗粒过少则影响极片与隔离膜之间的粘结效果；若裸露的高分子聚合物颗粒过多则会使得极片表面绝缘层与隔离膜的粘结位点过多，在极片热压后会形成覆盖面积过大，导致覆盖处锂离子的传输通道被堵塞，从而使得锂离子传输无法进行或者阻力过大，影响电化学装置的动力学性能。因此，通过调控绝缘层单位面积上裸露的高分子聚合物颗粒的数量在上述范围内，能够提升极片与隔离膜之间的粘结效果，从而提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

10 在本申请的一些实施方式中，所述高分子聚合物的颗粒粒径  $D_{v50}$  为  $1\mu\text{m}$  至  $20\mu\text{m}$ ，所述高分子聚合物的颗粒粒径  $D_{v50}$  与绝缘层厚度  $d\ \mu\text{m}$  的比值为  $k_1=D_{v50}/d$ ，满足  $1\leq k_1\leq 3$ 。通过调控  $k_1$  在上述范围内，能够显著提升极片与隔离膜之间的粘结效果，以及增强电化学装置的抗变形能力，从而有利于同时提高电化学装置的稳定性能和安全性能。本申请中， $D_{v50}$  是指在体积基准的粒度分布中，从小粒径侧起、达到体积累积 50% 的粒径（可采用使用激光粒径测试仪测量）。

15 在本申请的一些实施方式中，所述高分子聚合物颗粒中包含直径  $D$  的颗粒，所述直径  $D$  与所述绝缘层厚度  $d\ \mu\text{m}$  的比值为  $k_2=D/d$ ，满足  $1\leq k_2\leq 3$ 。通过调控  $k_2$  在上述范围内，可以显著提升电极极片与隔离膜之间的粘结效果，增强电化学装置的抗变形能力，从而有利于提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

20 可以理解的是，高分子聚合物颗粒的  $D_{v50}$  是一个统计值，这些高分子聚合物颗粒中，有的颗粒的直径大于  $D_{v50}$ ，有的颗粒的直径小于  $D_{v50}$ 。基于此，本申请的高分子聚合物颗粒中包含直径  $D$  的颗粒，该直径  $D$  的颗粒是指：高分子聚合物颗粒中  $1\leq k_2\leq 3$  的那些颗粒，其中  $k_2$  是直径  $D$  与绝缘层厚度  $d\ \mu\text{m}$  的比值。例如，当高分子聚合物颗粒的  $D_{v50}$  为  $6\mu\text{m}$ 、绝缘层厚度为  $4\mu\text{m}$  时，高分子聚合物颗粒中直径  $D$  的颗粒可包括直径大于  $4\mu\text{m}$  且小于等于  $12\mu\text{m}$  的颗粒；当高分子聚合物颗粒的  $D_{v50}$  为  $6\mu\text{m}$ 、绝缘层厚度为  $2\mu\text{m}$  时，高分子聚合物颗粒中直径  $D$  的颗粒可包括直径大于  $2\mu\text{m}$  且小于等于  $6\mu\text{m}$  的颗粒。

25 本申请发明人研究发现，在电极极片的绝缘层中添加一种或多种高分子聚合物后，由于高分子聚合物具有较大的颗粒尺寸，如图 1、图 2 所示，高分子聚合物以单个颗粒或者团簇的高聚物形式在绝缘层的表面裸露出来。裸露在绝缘层表面的高分子聚合物颗粒会与

隔离膜表面的粘结层粒子进行粘结，这种粘结层粒子通常也为高分子聚合物，而这种隔离膜粘结剂层中的粒子可以与极片绝缘层中的高分子聚合物之间表现出很强的融合粘结作用，进而提升极片与隔离膜之间的界面粘结力。另一方面，由于高分子聚合物颗粒在绝缘层中是贯穿性存在，从而对绝缘层自身内聚力也有显著的提升。因此，如图 3 所示，极片绝缘层中含高分子聚合物颗粒的设计，可以显著提升绝缘层与隔离膜之间的界面粘结力以及绝缘层无机粒子自身的内聚力，提升电化学装置整体的抗变形能力，从而有利于提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

图 2 在样品的扫描电子显微镜 (SEM) 测试中采用了氩离子切割技术，也称离子研磨截面抛光技术，针对样品表面进行抛光，去除损伤层，从而得到高质量样品。

而常规的极片由于无高分子聚合物颗粒，如图 4、图 5 所示裸露在极片绝缘层表面，极片绝缘层表面呈现有部分气孔且略带粗糙的平整表面，无显著的突出点，仅有隔离膜表面的粘结层粒子与极片绝缘层中的无机粒子进行粘结。由于极片绝缘层中的无机粒子通常具有一定的规则形状，使得隔离膜表面的粘结层粒子与绝缘层进行粘结的效果并不好，从而使得极片与隔离膜之间的粘结效果有限。

本申请中，绝缘层中包含高分子聚合物颗粒的电极极片，在制备锂离子电池过程中的热压工序后，如图 6、图 7 所示，在电极极片表面仍可以观察到突出点状物，表明高分子聚合物颗粒在实际锂离子电池中是可以在极片与隔离膜之间起粘结作用的。当需要调整电极极片绝缘层与隔离膜之间的粘结效果时，可以调控绝缘层单位面积上裸露的高分子聚合物颗粒的数量，从而提高电化学装置的稳定性能和安全性能，如图 8、图 9 所示。

在本申请的一些实施方式中，在绝缘层表面上裸露的所述高分子聚合物颗粒中单个颗粒的裸露面积为  $20\mu\text{m}^2$  至  $315\mu\text{m}^2$ 。当单个高分子聚合物颗粒的裸露面积过小时则会影响极片界面之间的粘结效果；若单个高分子聚合物颗粒的裸露面积过大，虽然对于极片与隔离膜之间的粘结效果有明显提升，但会使极片表面的局部位置孔隙堵塞严重，造成极片的孔隙率下降，降低电化学装置的动力学性能。因此，使单个高分子聚合物颗粒的裸露面积在上述范围内，能够提升极片界面的粘结效果，从而提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

本申请对绝缘无机物没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可。在本申请的一些实施方式中，所述绝缘无机物包括三氧化二铝、二氧化钛、氧化镁、氧化锆或氧化锌中的至少一种。

本申请对高分子聚合物没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可。在本申请的一

些实施方式中，所述高分子聚合物包括聚偏氟乙烯、聚乙烯或聚丙烯中的至少一种。

本申请对绝缘层中的粘结剂没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可。在本申请的一些实施方式中，所述粘结剂包括聚丙烯酸盐、聚丙烯酸、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚酰胺或羧甲基纤维素钠中的至少一种。

5 本申请对电极极片种类没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可。在本申请的一些实施方式中，所述电极极片为正极极片或负极极片中的至少一种。

10 在本申请中，正极极片通常包括正极集流体，本申请对正极集流体没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如可以包括但不限于铝箔、铝合金箔或复合集流体等。在本申请中，对正极集流体的厚度没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如厚度为  $8\mu\text{m}$  至  $12\mu\text{m}$ 。在本申请中，正极活性材料层可以设置于正极集流体厚度方向上的一个表面上，也可以设置于正极集流体厚度方向上的两个表面上。需要说明，这里的“表面”可以是正极集流体的全部区域，也可以是正极集流体的部分区域，本申请没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可。

15 本申请中，正极的活性材料层包含正极活性材料，本申请对正极活性材料的种类没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如，正极活性材料可以包含镍钴锰酸锂(811、622、523、111)、镍钴铝酸锂、磷酸铁锂、富锂锰基材料、钴酸锂、锰酸锂、磷酸锰铁锂或钛酸锂等中的至少一种。在本申请中，正极活性材料还可以包含非金属元素，例如非金属元素包括氟、磷、硼、氯、硅、硫等中的至少一种，这些元素能进一步提高正极材料的稳定性。

20 在本申请中，正极活性材料层中还可以包括正极粘结剂，本申请对正极粘结剂没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于含氟树脂、聚丙烯树脂、纤维型粘结剂、橡胶型粘结剂或聚酰亚胺型粘结剂中的至少一种。

25 在本申请中，正极活性材料层中还可以包括正极导电剂，本申请对正极导电剂没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于导电炭黑(Super P)、碳纳米管(CNTs)、碳纤维、乙炔黑、鳞片石墨、科琴黑、石墨烯、金属材料或导电聚合物中的至少一种，优选地，正极导电剂包括导电炭黑和碳纳米管。上述碳纳米管可以包括但不限于单壁碳纳米管和/或多壁碳纳米管。上述碳纤维可以包括但不限于气相生长碳纤维(VGCF)和/或纳米碳纤维。上述金属材料可以包括但不限于金属粉和/或金属纤维，具体地，金属可以包括但不限于铜、镍、铝或银中的至少一种。上述导电聚合物可以包括但不

限于聚亚苯基衍生物、聚苯胺、聚噻吩、聚乙炔或聚吡咯中的至少一种。

本申请对正极活性材料、正极粘结剂、正极导电剂的含量没有特别限制，可以采用本领域的常规含量，只要能够实现本申请的目的即可。例如，基于正极材料层的质量，正极活性材料的质量百分含量为90%至98%，正极粘结剂的质量百分含量为0.5%至5%，正极导电剂的质量百分含量为0.5%至5%。

任选地，正极极片还可以包括导电层，导电层位于正极集流体和正极活性材料层之间。本申请对导电层的组成没有特别限制，可以是本领域常用的导电层，例如可以包括但不限于上述正极导电剂和上述正极粘结剂。

在本申请中，负极极片通常包括负极集流体，本申请对负极集流体没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如，可以包括但不限于铜箔、铜合金箔、镍箔、不锈钢箔、钛箔、泡沫镍、泡沫铜或复合集流体等。在本申请中，对负极的集流体的厚度没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如厚度为 $4\mu\text{m}$ 至 $12\mu\text{m}$ 。在本申请中，负极活性材料层可以设置于负极集流体厚度方向上的一个表面上，也可以设置于负极集流体厚度方向上的两个表面上。需要说明，这里的“表面”可以是负极集流体的全部区域，也可以是负极集流体的部分区域，本申请没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可。

本申请中，负极活性材料层包括负极活性材料，其中，负极活性材料没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如负极活性材料包括可逆地嵌入/脱嵌锂离子的碳材料。碳材料可以是本领域已知的用作负极活性材料的碳材料，例如，碳材料可以包括但不限于结晶碳和/或非晶碳。上述结晶碳可以包括但不限于无定形的、片形的、小片形的、球形的或纤维状的天然石墨或人造石墨。上述非晶碳可以包括但不限于软碳、硬碳、中间相沥青碳化物或煅烧焦中的至少一种。示例性地，负极活性材料可以包括但不限于天然石墨、人造石墨、中间相微碳球(MCMB)、硬碳、软碳、硅、氧化硅( $\text{SiO}_x$ ,  $x$ 为1或2)或硅-碳复合物中的至少一种。其中，硅-碳复合物中硅与碳的质量比为1:10至10:1、 $D_{v50}$ 为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 。

在本申请中，负极活性材料层中还可以包括负极导电剂，本申请对负极导电剂没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于基于碳的材料、基于金属的材料或导电聚合物中的至少一种。上述基于碳的材料选自天然石墨、人造石墨、导电炭黑、乙炔黑、科琴黑或碳纤维中的至少一种。上述基于金属的材料可以包括但不限于金属粉和/或金属纤维，具体地，金属可以包括但不限于铜、镍、铝或银中的至少一种。导电聚

合物可以包括但不限于聚亚苯基衍生物、聚苯胺、聚噻吩、聚乙炔或聚吡咯中的至少一种。

在本申请中，负极活性材料层中还可以包括负极粘结剂，本申请对负极粘结剂没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于聚乙烯醇、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、二乙酰基纤维素、聚氯乙烯、羧化的聚氯乙烯、聚氟乙烯、含亚乙基氧的  
5 聚合物、聚乙烯吡咯烷酮、聚氨酯、聚四氟乙烯、聚偏1,1-二氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚丙烯酸、丁苯橡胶、丙烯酸(酯)化的丁苯橡胶、环氧树脂或尼龙中的至少一种。

任选地，负极极片还可以包括导电层，导电层位于负极集流体和负极活性材料层之间。本申请对导电层的组成没有特别限制，可以是本领域常用的导电层，导电层可以包括但不限于上述导电剂和上述粘结剂。

10 本申请第二方面提供了一种电化学装置，其包含隔离膜，以及所述的电极极片。本申请提供的电极极片具有良好的界面粘结效果，从而有利于同时提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

本申请对隔离膜没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚四氟乙烯为主的聚烯烃(PO)类隔离膜、聚酯膜(例如聚对苯二甲酸二乙酯(PET)膜)、纤维素膜、聚酰亚胺膜(PI)、聚酰胺膜(PA)、氨纶、芳纶膜、织造膜、非织造膜(无纺布)、微孔膜、复合膜、隔膜纸、碾压膜或纺丝膜中的至少一种，优选为聚乙烯或聚丙烯，它们对防止短路具有良好的作用，并可以通过关断效应改善电化学装置的稳定性。本申请的隔离膜可以具有多孔结构，孔径的尺寸没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如，孔径的尺寸可以为0.01 $\mu\text{m}$ 至1 $\mu\text{m}$ 。在本申请中，隔  
15 离膜的厚度没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如厚度可以为5 $\mu\text{m}$ 至500 $\mu\text{m}$ 。

在本申请的一些实施方式中，所述隔离膜的基材与所述高分子聚合物具有相同的材质，其中，所述隔离膜与所述绝缘层接触的表面上无粘结剂层。

在本申请的一些实施方式中，所述隔离膜的基材与所述高分子聚合物具有不同的材质，其中，所述隔离膜与所述绝缘层接触的表面上有粘结剂层。

25 本申请对隔离膜粘结剂层中的粘结剂没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可。在本申请的一些实施方式中，所述粘结剂层中的粘结剂包括聚偏氟乙烯、聚丙烯酸盐、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚酰胺、聚酰亚胺、芳纶、聚丙烯酸酯、丁苯橡胶、聚丙烯酰胺或聚烯烃中的至少一种。

在本申请中，电化学装置还可以包括电解质，电解质可以包括但不限于凝胶电解质、

固态电解质和电解液中的一种或多种。其中，电解液可以包括锂盐和非水溶剂。

本申请对锂盐没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如可以包括但不限于锂盐选自 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 $\text{LiCH}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 $\text{Li}_2\text{SiF}_6$ 、 $\text{LiBOB}$ 或者二氟硼酸锂中的至少一种。优选地，锂盐包括 $\text{LiPF}_6$ 。

- 5 本申请对非水溶剂没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如可以包括但不限于碳酸酯化合物、羧酸酯化合物、醚化合物或其它有机溶剂中的至少一种。上述碳酸酯化合物可以包括但不限于链状碳酸酯化合物、环状碳酸酯化合物或氟代碳酸酯化合物中的至少一种。上述链状碳酸酯化合物可以包括但不限于碳酸二甲酯（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）或碳酸甲乙酯（MEC）
- 10 中的至少一种。上述环状碳酸酯可以包括但不限于碳酸乙烯酯（EC）、碳酸亚丙酯（PC）、碳酸亚丁酯（BC）或碳酸乙烯基亚乙酯（VEC）中的至少一种。氟代碳酸酯化合物可以包括但不限于氟代碳酸乙烯酯（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-甲基亚乙酯或碳酸三氟甲基亚乙酯中的至少
- 15 一种。上述羧酸酯化合物可以包括但不限于甲酸甲酯、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、 $\gamma$ -丁内酯、癸内酯、戊内酯、甲瓦龙酸内酯或己内酯中的至少一种。上述醚化合物可以包括但不限于二丁醚、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-甲基四氢呋喃或四氢呋喃中的至少一种。上述其它有机溶剂可以包括但不限于二甲亚砜、1,2-二氧戊环、
- 20 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、磷酸三辛酯或磷酸酯中的至少一种。

- 本申请的电化学装置没有特别限制，其可以包括发生电化学反应的任何装置。在一些实施方案中，电化学装置可以包括但不限于：一次电池、二次电池、燃料电池、太阳能电池或电容等。优选地，电化学装置为锂二次电池，二次电池可以包括但不限于锂金属二次
- 25 电池、锂离子二次电池、锂聚合物二次电池或锂离子聚合物二次电池等。更优选地，电化学装置为锂离子电池。

电化学装置的制备过程为本领域技术人员所熟知的，本申请没有特别的限制，例如，可以包括但不限于以下步骤：将正极极片、隔离膜和负极极片按顺序堆叠，并根据需要将其卷绕、折叠等操作得到卷绕结构的电极组件，将电极组件放入包装袋内，将电解液注入

包装袋并封口，得到电化学装置；或者，将正极极片、隔离膜和负极极片按顺序堆叠，然后用胶带将整个叠片结构的四个角固定好得到叠片结构的电极组件，将电极组件置入包装袋内，将电解液注入包装袋并封口，得到电化学装置。此外，也可以根据需要将防过电流元件、导板等置于包装袋中，从而防止电化学装置内部的压力上升、过充放电。

5 本申请第三方面提供了一种电子装置，包含本申请任一实施方案中所述电化学装置。本申请提供的电化学装置具有良好的稳定性能和安全性能，从而本申请提供的电子装置具有较好的稳定性能和安全性能。

10 申请的电子装置没有特别限定，其可以是用于现有技术中已知的任何电子装置。在一些实施例中，电子装置可以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、动力工具、无人机、手持吸尘器、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。

## 15 实施例

以下，举出实施例及对比例来对本申请的实施方式进行更具体地说明。各种的试验及评价按照下述的方法进行。另外，只要无特别说明，“份”、“%”为质量基准。

### 实施例1

#### <正极极片的制备>

20 将正极活性材料钴酸锂、导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏二氟乙烯按照质量比为98:0.8:1.2进行混合，加入N-甲基吡咯烷酮(NMP)，在真空搅拌机作用下搅拌均匀，获得正极浆料，其中正极浆料的固含量为70wt%。将正极浆料均匀涂覆于厚度为12 $\mu$ m的正极集流体铝箔的一个表面上，将铝箔在85 $^{\circ}$ C下烘干处理，得到单面涂覆有正极材料层的正极极片。在铝箔的另一个表面上重复以上步骤，即得到双面涂布正极材料层的正极极片。然后经过冷压、裁片、分切后，在85 $^{\circ}$ C的真空条件下干燥12h，得到尺寸规格为72 $\times$ 850mm、厚度规格为0.097mm的干燥的正极极片。

#### <负极极片的制备>

25 1) 将负极活性材料人造石墨、粘结剂丁苯橡胶、增稠剂羧甲基纤维素钠按照质量比为98:1:1进行混合，加入去离子水，在真空搅拌机作用下获得负极浆料，其中负极浆料的

固含量为 75wt%。将负极浆料均匀涂覆于厚度为 12 $\mu\text{m}$  的负极集流体铜箔的一个表面上，将铜箔在 85 $^{\circ}\text{C}$  下烘干，得到单面涂覆有负极材料层的负极极片。在铜箔的另一个表面上重复以上步骤，即得到双面涂布负极材料层的负极极片。

- 5 2) 将绝缘无机物三氧化二铝、粘结剂丙烯酸、高聚物 PP 颗粒按照质量比为 95:3:2 进行混合，加入去离子水，在真空搅拌机作用下获得固含量为 17wt% 的绝缘层浆料，其中所使用的高聚物 PP 颗粒的  $D_{v50}$  为 1 $\mu\text{m}$ 。将绝缘层浆料均匀涂覆在 1) 中制得的负极极片表面上，在 85 $^{\circ}\text{C}$  下烘干，其中绝缘层厚度为 0.67 $\mu\text{m}$ ，然后将涂覆绝缘层的负极极片经过冷压、裁片、分切后，在 85 $^{\circ}\text{C}$  的真空条件下干燥 12h，得到尺寸规格为 74mm $\times$ 867mm、厚度规格为 0.113mm 的含绝缘层的复合负极极片。

#### 10 <电解液的制备>

在干燥的氩气气氛手套箱中，将碳酸丙烯酯、碳酸乙烯酯、碳酸二乙酯按照质量比为 1:1:1 混合得到有机溶剂，然后向有机溶剂中加入锂盐  $\text{LiPF}_6$  溶解并混合均匀，得到电解液。其中， $\text{LiPF}_6$  在电解液中的浓度为 1mol/L。

#### <隔离膜的制备>

- 15 采用厚度为 7 $\mu\text{m}$  的多孔聚乙烯薄膜 (Celgard 公司提供)，孔径为 0.1 $\mu\text{m}$ ，其中隔离膜表面有聚丙烯酸酯，粘结剂层的涂布质量为  $10\pm 2\text{mg}/5000\text{mm}^2$ ，厚度为  $3\pm 1\mu\text{m}$ 。

#### <锂离子电池的制备>

- 20 将上述制备得到的正极极片、隔离膜、负极极片按顺序叠好，使隔离膜处于正极极片和负极极片中间以起到隔离的作用，卷绕得到电极组件。将电极组件置于铝塑膜包装袋中，干燥后注入电解液，经过真空封装、静置、化成、脱气、切边等工序得到锂离子电池。其中，化成上限电压为 4.45V，化成温度为 80 $^{\circ}\text{C}$ ，化成静置时间为 2h。

#### 实施例 2 至实施例 9

除了如表 1 所示调整相关制备参数以外，其余与实施例 1 相同。

#### 实施例 10

- 25 除了<正极极片的制备>、<负极极片的制备>与实施例 1 不同以外，其余与实施例 1 相同。

#### <正极极片的制备>

1) 将正极活性材料钴酸锂、导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏氟乙烯按照质量比为 98:0.8:1.2 进行混合，加入 NMP，在真空搅拌机作用下搅拌均匀，获得正极浆料，其中正极浆料的固

含量为 70wt%。将正极浆料均匀涂覆于厚度为 12 $\mu\text{m}$  的正极集流体铝箔的一个表面上，将铝箔在 85 $^{\circ}\text{C}$  下烘干，得到单面涂覆有正极材料层的正极极片。在铝箔的另一个表面上重复以上步骤，即得到双面涂布正极材料层的正极极片。

5 2) 将绝缘无机物三氧化二铝、粘结剂丙烯酸、高聚物 PP 颗粒按照质量比为 95:3:2 进行混合，加入去离子水，在真空搅拌机作用下获得固含量为 17wt% 的绝缘层浆料，其中所使用的高聚物 PP 颗粒的  $D_{v50}$  为 10 $\mu\text{m}$ 。将绝缘层浆料均匀涂覆在在 1) 中制得的正极极片表面上，在 85 $^{\circ}\text{C}$  下烘干，其中绝缘层厚度为 10 $\mu\text{m}$ ，然后将涂覆绝缘层的正极极片经过冷压、裁片、分切后，在 85 $^{\circ}\text{C}$  的真空条件下干燥 12h，得到规格为 72mm $\times$ 850mm 的含绝缘层的复合正极极片。

#### 10 <负极极片的制备>

1) 将负极活性材料人造石墨、粘结剂丁苯橡胶、增稠剂羧甲基纤维素钠按照质量比为 98:1:1 进行混合，加入去离子水，在真空搅拌机作用下获得负极浆料，其中负极浆料的固含量为 75wt%。将负极浆料均匀涂覆于厚度为 12 $\mu\text{m}$  的负极集流体铜箔的一个表面上，将铜箔在 85 $^{\circ}\text{C}$  下烘干，得到单面涂覆有负极材料层的负极极片。在铜箔的另一个表面上重复以上步骤，即得到双面涂布负极材料层的负极极片。

15 然后将负极极片经过冷压、裁片、分切后，在 85 $^{\circ}\text{C}$  的真空条件下干燥 12h，得到尺寸为 74mm $\times$ 867mm、厚度规格为 0.113mm 负极极片。

#### 实施例 11

除了如表 1 所示进行调整相关制备参数以外，其余与实施例 10 相同。

#### 20 实施例 12

除了<隔离膜的制备>、以及如表 1 所示调整相关制备参数以外，其余与实施例 1 相同。采用厚度为 7 $\mu\text{m}$  的多孔聚丙烯薄膜，孔径为 0.1 $\mu\text{m}$ 。

#### 实施例 13

除了如表 1 所示调整相关制备参数以外，其余与实施例 12 相同。

#### 25 对比例 1

除了<绝缘层浆料的制备>与实施例 1 不同以外，其余与实施例 1 相同。

2) 将绝缘无机物三氧化二铝、粘结剂丙烯酸按照质量比为 97:3 进行混合，未添加高聚物颗粒，然后加入去离子水，在真空搅拌机作用下获得固含量为 17wt% 的绝缘层浆料。将绝缘层浆料均匀涂覆在前述制得的负极极片表面上，在 85 $^{\circ}\text{C}$  下烘干，其中绝缘层厚度为

5 $\mu\text{m}$ ，然后将涂覆绝缘层的负极极片经过冷压、裁片、分切后，在 85 $^{\circ}\text{C}$  的真空条件下干燥 12h，得到尺寸规格为 74mm $\times$ 867mm、厚度规格为 0.113mm 的含绝缘层的复合负极极片。

#### 对比例 2 至对比例 7

除了如表 1 所示调整相关制备参数以外，其余与实施例 1 相同。

#### 5 测试方法和设备：

##### 高分子聚合物颗粒直径 D 的测试方法：

将待测目标极片使用离子束进行垂直冲击，获取新鲜截面，使用扫描电子显微镜 (SEM) 拍摄截面的影像。测量截面绝缘层中的高分子聚合物颗粒等效最大圆的直径，高分子聚合物颗粒的直径 D 等于等效最大圆的直径。

#### 10 绝缘层厚度 d 的测试方法：

将待测目标极片使用离子束进行垂直冲击，获取新鲜截面，使用 SEM 拍摄截面的影像。截面的长度 $\geq$ 1mm (例如 1mm)，等距离拍摄 20 张 SEM 照片，放大倍数 $\geq$ 1000 倍 (例如 1000 倍)，在每张照片中选取平整度均匀的地方作为测量点，测量绝缘层的厚度，统计所有的测量点数据，得出中值厚度数据，则绝缘层的厚度 d 等于中值厚度。

#### 15 绝缘层表面 45 $\mu\text{m}$ $\times$ 27 $\mu\text{m}$ 面积内裸露的高分子聚合物颗粒的数量测试方法：

(1) 从锂离子电池中取出待测目标极片，并裁切成多个 4 $\times$ 4mm 的样品 (例如 5 个)；

(2) 使用 SEM 观察样品表面，将影像放大至能清晰观察到样品表面裸露的高分子聚合物颗粒时，视野中选取任意 10 个 45 $\mu\text{m}$  $\times$ 27 $\mu\text{m}$  的观察区域，并获取 10 个观察区域相应的影像，记录观察区域影像的面积及 10 个观察区域中高分子聚合物颗粒最大长度处于 1 $\mu\text{m}$  至 20 $\mu\text{m}$  之间的颗粒数量；

(3) 选取 3 个 4 $\times$ 4mm 样品，重复步骤 (2)，统计所有样品观察区域中的高分子聚合物颗粒最大长度处于 1 $\mu\text{m}$  至 20 $\mu\text{m}$  之间的颗粒数量，得出中值数量数据，中值数量即为 45 $\mu\text{m}$  $\times$ 27 $\mu\text{m}$  观察区域内高分子聚合物颗粒的数量。

##### 粘结强度测试：

25 将实施例和对比例中制备的锂离子电池以 0.1C 倍率 (C) 放电至其工作电压下限，再从实施例 1 至实施例 7、实施例 10 至实施例 11、对比例 2 至对比例 7 制备的锂离子电池中取出负极极片与隔离膜的复合体，然后将负极极片与隔离膜的复合体铺展自然风干 1 小时 (h) 后，用刀片取宽 30mm、长 150mm 的测试试样；从实施例 8 至实施例 9 制备的锂离子电池中取出正极极片与隔离膜的复合体，然后将正极极片与隔离膜的复合体铺展自然风干 1h 后，

用刀片取宽30mm、长150mm的测试试样。将测试样固定到高铁拉力机的测试夹具上进行粘结强度测试（剥离角度90度，拉伸速度50mm/min，拉伸位移60mm）。当剥离界面为绝缘层和隔离膜层时，则所测结果为绝缘层与隔离膜之间的粘结强度。

#### 极片孔隙率测试：

- 5 将实施例和对比例中制备的锂离子电池以0.1C倍率放电至其工作电压下限，再从实施例1至实施例7、实施例10至实施例11、对比例2至对比例7制备的锂离子电池中单独取出负极极片，然后将负极极片浸泡在纯DMC溶剂中进行清洗1h，重复浸泡三次，在将负极极片铺展自然风干4h后，将风干后的负极极片冲成直径大小为10mm的圆片，数量大于40片，且圆片表面平整无缺口；从实施例8至实施例9制备的锂离子电池中单独取出正极极片，然后
- 10 将正极极片浸泡在纯DMC溶剂中进行清洗1h，重复浸泡三次，在将正极极片铺展自然风干4h后，将风干后的正极极片冲成直径大小为10mm的圆片，数量大于40片，且圆片表面平整无缺口。用真密度测试仪获得样品极片的真实体积 $V_2$ ，表观体积 $V_1=S \times H$ （ $S$ 为样品表面积， $H$ 为样品厚度），计算孔隙率= $(V_1-V_2) / V_1 \times 100\%$ 。

- 15 本测试方法中，孔隙率定义为样品的孔体积与样品总体积的比值，反映了样品中孔隙的数量多少，这对于锂离子电池中的离子传输起到关键的影响，真实体积定义为样品不含孔的体积。

#### 锂离子电池析锂测试：

- 20 将实施例和对比例中制备的锂离子电池静置在25℃的恒温箱中，保温1h后，以1C的充电倍率恒流充电至4.45V后，在4.45V下恒压充电至0.02C后，静置3min，再以1C的放电倍率恒流放电至3V后，静置3min，然后以这样的流程循环10次，循环结束后，锂离子电池再满充至4.45V后，然后拆解锂离子电池观察其负极极片表面是否有析锂现象。

#### 面积测试：

- 25 将实施例和对比例中制备的锂离子电池以0.1C倍率放电至其工作电压下限，再从实施例1至实施例7、实施例10至实施例11、对比例2至对比例7制备的锂离子电池中单独取出负极极片，然后将负极极片浸泡在纯DMC溶剂中进行清洗1h，重复浸泡三次，然后将极负极极片铺展自然风干4h后，将风干后的负极极片裁成4mm×4mm的小片；从实施例8至实施例9制备的锂离子电池中单独取出正极极片，然后将正极极片浸泡在纯DMC溶剂中进行清洗1h，重复浸泡三次，然后将正极极片铺展自然风干4h后，将风干后的正极极片裁成4mm×4mm的小片。用SEM对测试样品进行观察。

通过观察SEM视野，以垂直于极片样品表面方向，观察到绝缘层表面裸露的高聚物颗粒或者团簇的高聚物的裸露表面，以垂直方向的投影面中，两点连线最大距离为高聚物颗粒或团簇的高聚物裸露表面的等效圆直径 $D$ ，根据圆面积 $S=\pi\times(D/2)^2$ ，计算出单个高聚物颗粒或者团簇的高聚物裸露表面的裸露面积。

表 1 各实施例和对比例的制备参数及测试结果

	高聚物颗粒 粒径 Dv50( $\mu\text{m}$ )	绝缘层 厚度 ( $\mu\text{m}$ )	$k_1$	绝缘层表面单位面积上裸 露的高聚物颗粒的数量 (EA/45 $\mu\text{m}$ ×27 $\mu\text{m}$ )	单个高聚物颗粒或者团簇 的高聚物裸露表面的裸露 面积 ( $\mu\text{m}^2$ )	隔离 膜基 材	绝缘层与隔 离膜粘 <strong>结强 度</strong> (N/m)	极片孔 隙率 (%)	析锂 观察
实施例 1	1	0.67	1.5	15	20 至 315	PE	13.1	17.8	否
实施例 2	6	4	1.5	15	20 至 315	PE	29.4	15.5	否
实施例 3	20	13.3	1.5	15	20 至 315	PE	47.5	12.7	否
实施例 4	6	6	1	15	20 至 315	PE	16.9	14.9	否
实施例 5	6	2	3	15	20 至 315	PE	45.4	16.1	否
实施例 6	6	2	3	2	20 至 315	PE	15.6	17.1	否
实施例 7	6	2	3	20	20 至 315	PE	52.4	13.2	否
实施例 8	6	2	3	40	20 至 315	PE	59.7	11.7	否
实施例 9	6	2	3	60	20 至 315	PE	67.7	10.2	否
实施例 10	6	6	1	15	20 至 315	PE	17.1	/	否
实施例 11	20	13.3	1.5	15	20 至 315	PE	45.6	/	否
实施例 12	6	2	3	2	20 至 315	PP	15	16.9	否
实施例 13	6	2	3	60	20 至 315	PP	67	9.8	否
对比例 1	/	/	/	/	/	PE	7.1	15.2	否
对比例 2	0.6	0.4	1.5	15	20 至 315	PE	10	19	否

对比例 3	24	16	1.5	15	20 至 315	PE	79	7.6	析锂
对比例 4	6	15	0.4	15	20.32 至 315	PE	9.1	18.8	否
对比例 5	6	1.67	3.6	15	20.32 至 315	PE	51	8.9	析锂
对比例 6	6	2	3	1	20.32 至 315	PE	8.3	17.2	否
对比例 7	6	2	3	67	20.32 至 315	PE	78.3	8.5	析锂

注：表 1 中的“/”表示不存在对应参数或物质。

从实施例 1 至实施例 13、对比例 1 可以看出,当极片表面的绝缘层加入高聚物颗粒后,能够显著增强极片与隔离膜之间的粘结强度,使极片与隔离膜之间的粘结效果得到提升,增强电化学装置的抗变形能力,从而有利于同时提高电化学装置的稳定性能和安全性能。

从实施例 1 至实施例 3、对比例 2 至对比例 3 可以看出,当绝缘层中所添加的高聚物颗粒粒径  $D_{v50}$  过小时(例如对比例 2),会导致极片与隔离膜之间的粘结强度下降,导致极片界面之间的粘结效果不明显,而不利于提升电化学装置的稳定性;当绝缘层中所添加的高聚物颗粒粒径  $D_{v50}$  过大时(例如对比例 3),会导致极片的孔隙率下降,使得锂离子电池出现析锂现象,这具有一定的安全隐患,从而不利于提升电化学装置的安全性。

从实施例 2、实施例 4 至实施例 5、对比例 4 至对比例 5 可以看出,当  $k_1$  过小时,单个高聚物颗粒有较多的体积埋藏在绝缘层表面以下,从而使得电机极片与隔离膜之间的粘结强度较低,导致极片界面之间的粘结效果不明显,从而不利于提升电化学装置的稳定性;当  $k_1$  过大时,单个高聚物颗粒有较多的体积暴露在绝缘层表面以上,但由于高聚物颗粒在绝缘层表面暴露过多体积,在经过制作锂离子电池的热压过程后,会造成极片表面局部孔隙被堵塞,从而造成极片的孔隙率下降,使得锂离子电池出现析锂现象,这具有一定的安全隐患,从而不利于提升电化学装置的安全性。

从实施例 5 至实施例 9、对比例 6 至对比例 7 可以看出,当绝缘层单位面积上裸露的高聚物颗粒数量过少时,则极片与隔离膜之间的粘结强度较低,导致极片界面之间的粘结效果不明显,从而不利于提升电化学装置的稳定性;当绝缘层单位面积上裸露的高聚物颗粒数量过多时,虽然极片与隔离膜之间的粘结强度可以得到大幅度提升,但是由于裸露在绝缘层表面的高聚物颗粒过多,则导致极片孔隙率下降、影响锂离子电池的动力学性能,从而使得锂离子电池出现析锂现象,这具有一定的安全隐患,从而不利于提升电化学装置的安全性。

从实施例 3 与实施例 11、实施例 4 与实施例 10 可以看出,将相同设计的绝缘层涂覆在正极极片或负极极片上,对绝缘层与隔离膜之间的粘结强度并无显著影响,这是由于当绝缘层的设计使用在正极极片或者负极极片上,但并未改变隔离膜与绝缘层之间的接触面,因此极片与隔离膜之间的粘结效果仍可以由高聚物颗粒的加入而获得改善。

从实施例 6 与实施例 12、实施例 9 与实施例 13 可以看出,当隔离膜基材与绝缘层中高聚物的材质相同时,虽然在隔离膜表面上未涂覆粘结剂层,但极片与隔离膜之间的粘结效果并没有恶化,从而可以简化隔离膜设计,其因是由于当隔离膜基材与绝缘层中高聚物

的材质相同时，利用相似相容原理，在锂离子电池制作的热压过程中，两者能够产生较好的粘结效果，从而可以改善电化学装置的稳定性。

从实施例 1 至实施例 13 可以看出，当缘层中所添加的高聚物颗粒粒径  $D_{v50}$ 、 $k_1$ 、绝缘层单位面积上裸露的高聚物颗粒数量都在本申请的范围时，得到的电化学装置同时具有 5 良好的稳定性和安全性。

以上所述仅为本申请的较佳实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请保护的范围之内。

## 权 利 要 求

1.一种电极极片，包括集流体、活性材料层以及绝缘层，其中，所述活性材料层设置于所述集流体与所述绝缘层之间；

5 所述绝缘层包括绝缘无机物、粘结剂和高分子聚合物，其中，所述的高分子聚合物包括高分子聚合物颗粒，在所述绝缘层表面任意  $45\mu\text{m}\times 27\mu\text{m}$  区域内裸露的所述高分子聚合物颗粒的数量为 2 个至 60 个。

2.根据权利要求 1 所述的电极极片，其中，所述高分子聚合物颗粒的  $D_{v50}$  为  $1\mu\text{m}$  至  $20\mu\text{m}$ ，所述高分子聚合物颗粒  $D_{v50}$  与所述绝缘层厚度  $d$   $\mu\text{m}$  的比值为  $k_1=D_{v50}/d$ ，满足  $1\leq k_1\leq 3$ 。

10 3.根据权利要求 1 所述的电极极片，其中，所述高分子聚合物颗粒中包含直径  $D$  的颗粒，所述直径  $D$  与所述绝缘层厚度  $d$   $\mu\text{m}$  的比值为  $k_2=D/d$ ，满足  $1<k_2\leq 3$ 。

4.根据权利要求 1 所述的电极极片，其中，在所述绝缘层表面上裸露的所述高分子聚合物颗粒中单个颗粒的裸露面积为  $20\mu\text{m}^2$  至  $315\mu\text{m}^2$ 。

15 5.根据权利要求 1 所述的电极极片，其中，所述绝缘无机物包括三氧化二铝、二氧化钛、氧化镁、氧化锆或氧化锌中的至少一种。

6.根据权利要求 1 所述的电极极片，其中，所述高分子聚合物包括聚偏氟乙烯、聚乙烯或聚丙烯中的至少一种。

7.根据权利要求 1 所述的电极极片，其中，所述电极极片为正极极片或负极极片中的至少一种。

20 8.一种电化学装置，包含隔离膜，以及权利要求 1-7 中任一项所述的电极极片；

当所述隔离膜的基材与所述高分子聚合物具有相同的材质，其中，所述隔离膜与所述绝缘层接触的表面上无粘结剂层；

当所述隔离膜的基材与所述高分子聚合物具有不同的材质，其中，所述隔离膜与所述绝缘层接触的表面上有粘结剂层。

25 9.根据权利要求 8 所述的电化学装置，所述粘结剂层中的粘结剂包括聚偏氟乙烯、聚丙烯酸盐、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚酰胺、聚酰亚胺、芳纶、聚丙烯酸酯、丁苯橡胶、聚丙烯酰胺或聚烯烃中的至少一种。

10.一种电子装置，其包含权利要求 8-9 任一项所述的电化学装置。

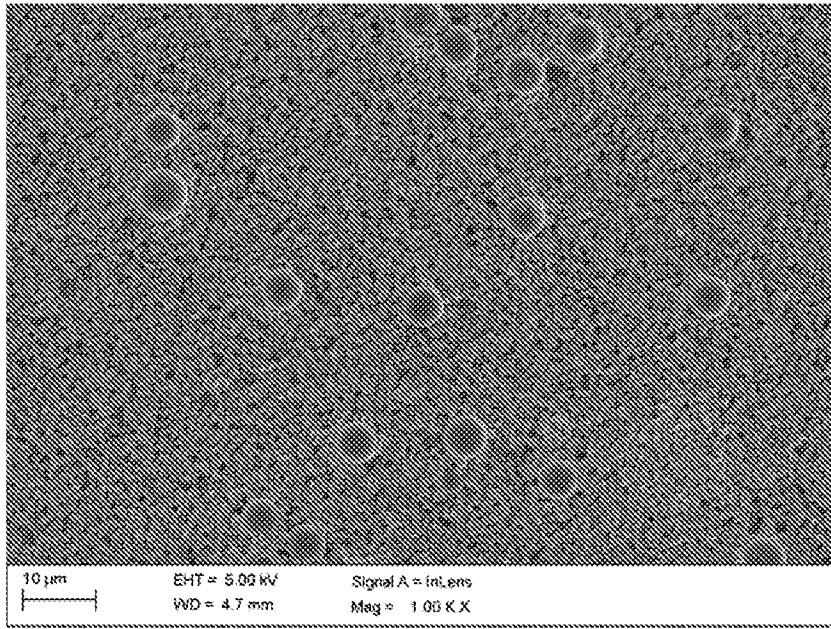


图 1

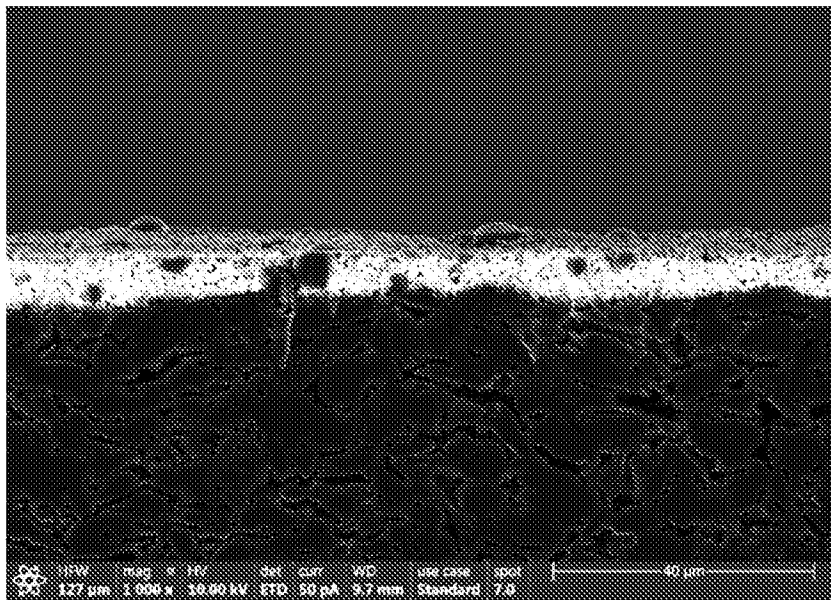


图 2

-2/5-

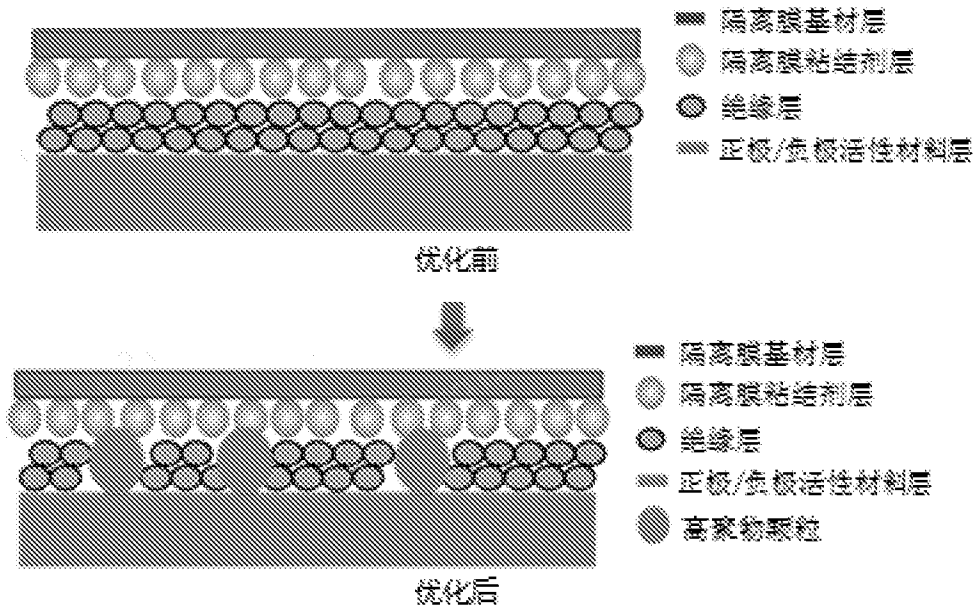


图 3

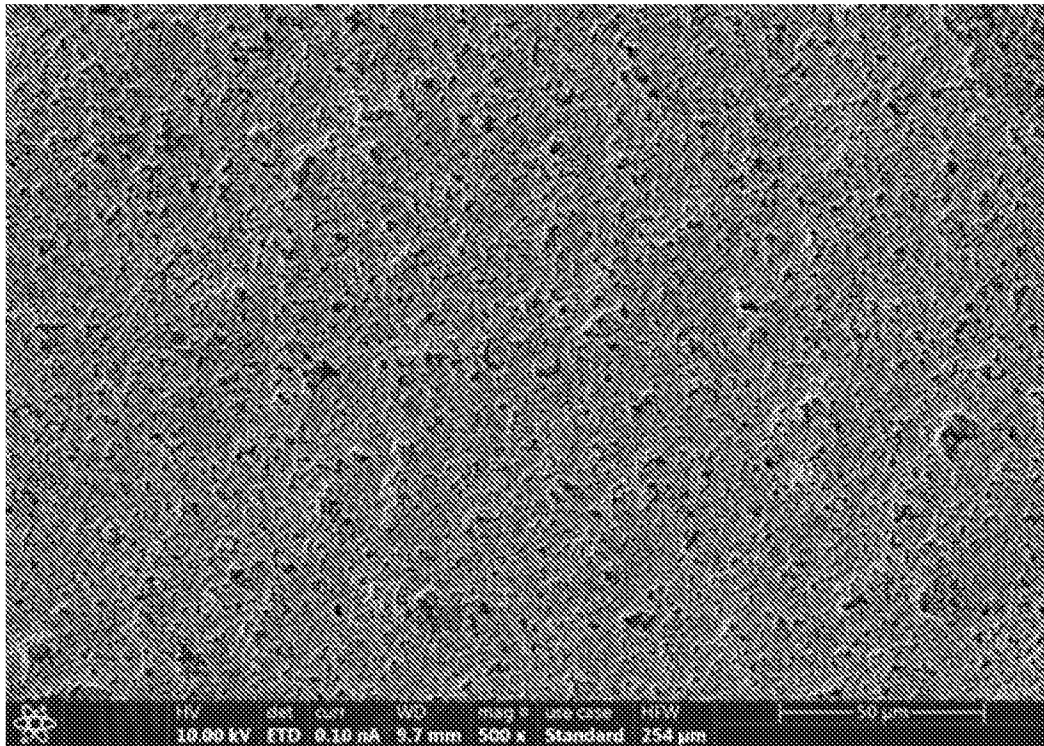


图 4

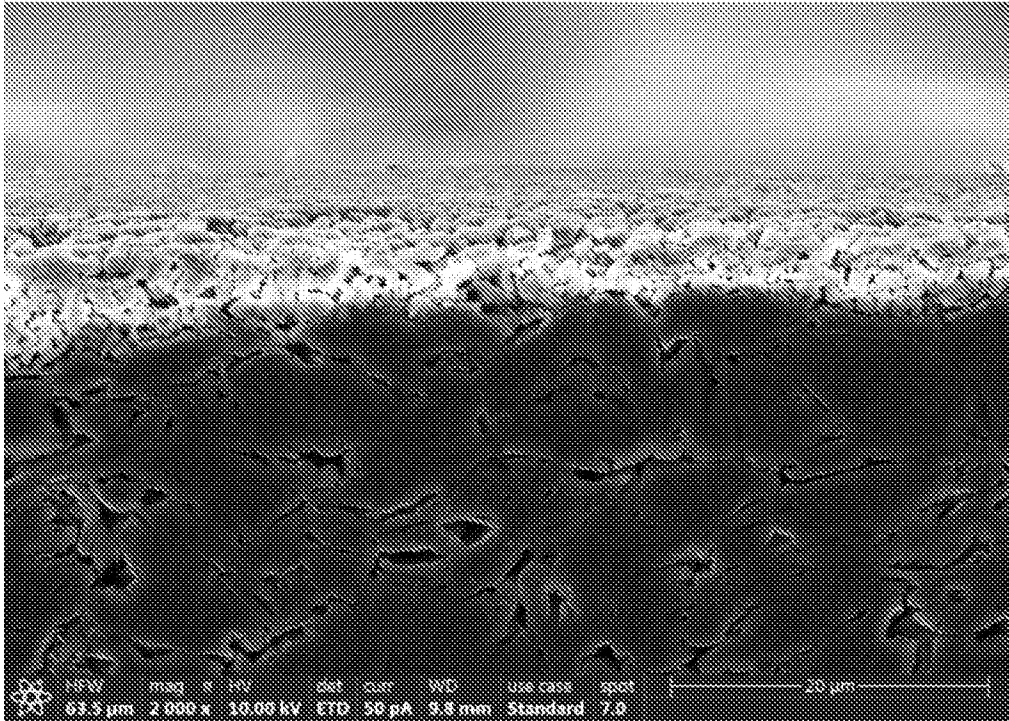


图 5

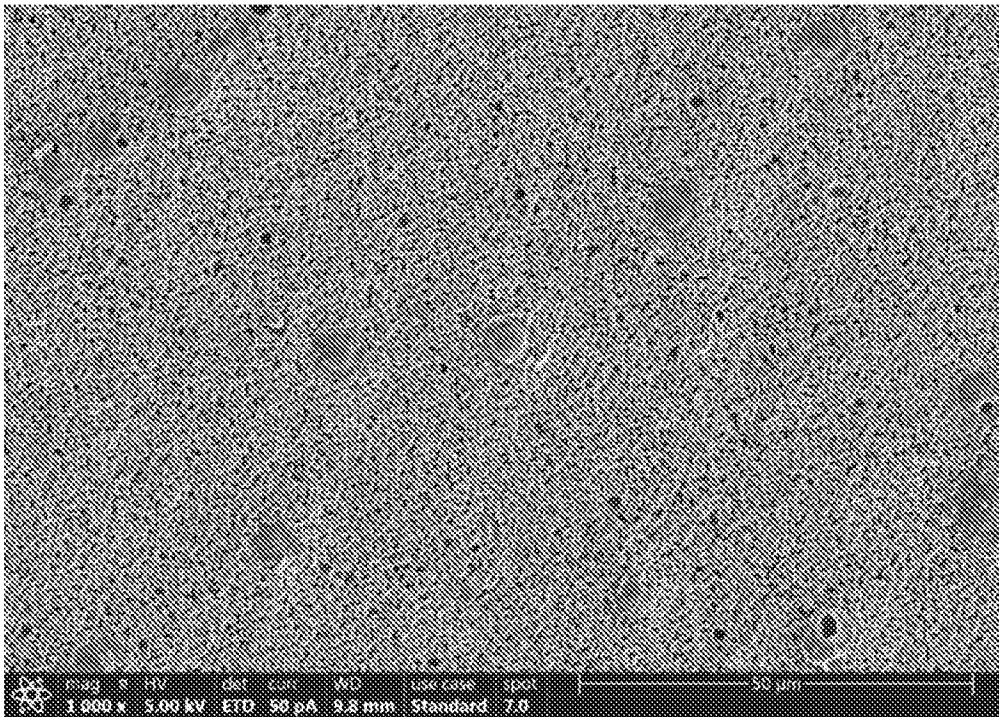


图 6

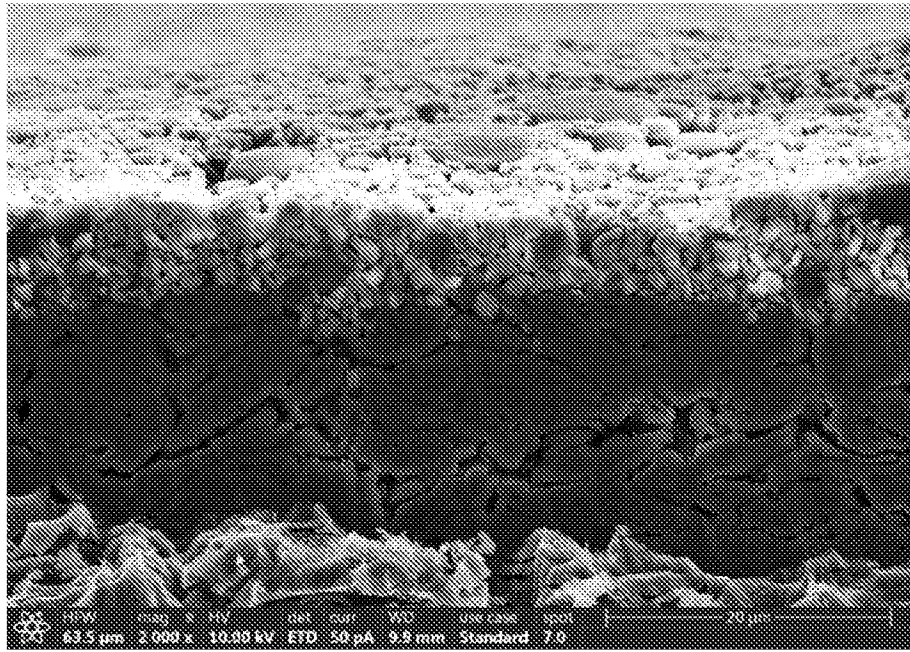


图 7

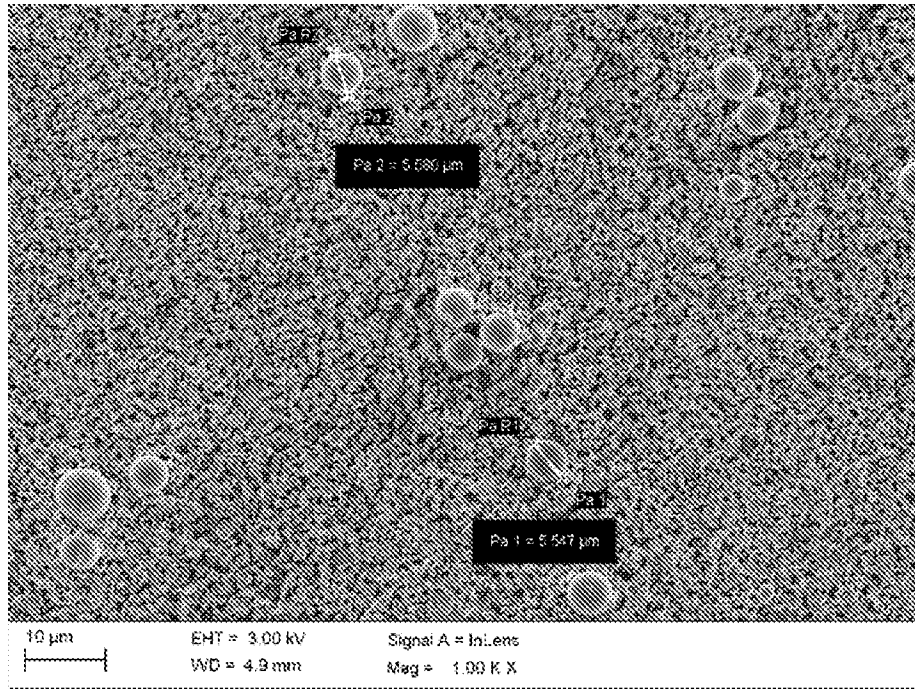


图 8

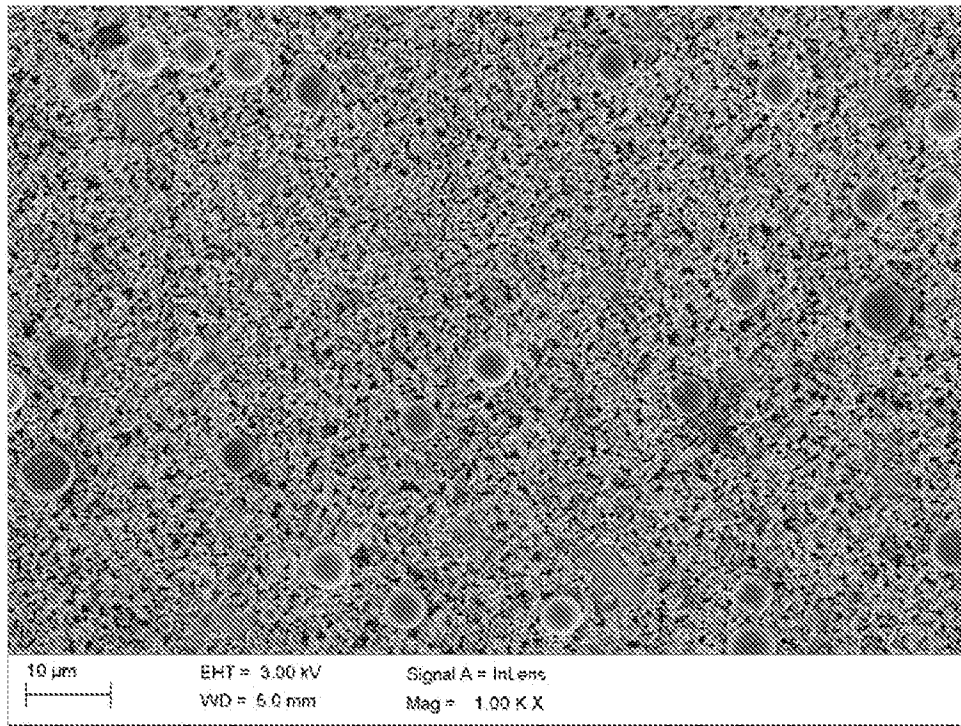


图 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/072533

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H01M 4/13(2010.01)i; H01M 50/46(2021.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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)		
CNABS; CNTXT; WPABS; VEN; ENTXT; CNKI: 电池, 电极, 绝缘, 层, 聚合物, 高分子, 粒子, 数量, battery, electrode, insulation, layer, polymer, macromolecule, particle, amount		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 20160118979 A (LG CHEMICAL LTD.) 12 October 2016 (2016-10-12) description, paragraphs 3-112, and figures 1a-2b	1-10
X	CN 112956072 A (ZEON CORP.) 11 June 2021 (2021-06-11) description, paragraphs 35-173, and figure 2	1-10
A	CN 111146396 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 12 May 2020 (2020-05-12) entire document	1-10
A	CN 108878748 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 23 November 2018 (2018-11-23) entire document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "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
15 September 2022		26 September 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2022/072533**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	20160118979	A	12 October 2016	KR	102181313	B1	26 November 2020
CN	112956072	A	11 June 2021	US	2022190439	A1	16 June 2022
				KR	20210132000	A	03 November 2021
				WO	2020175079	A1	03 September 2020
				JP	WO2020175079	A1	03 September 2020
				EP	3933958	A1	05 January 2022
CN	111146396	A	12 May 2020	WO	2021134279	A1	08 July 2021
CN	108878748	A	23 November 2018	EP	3588613	A1	01 January 2020
				US	2019393466	A1	26 December 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/072533

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H01M 4/13(2010.01)i; H01M 50/46(2021.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS; CNTXT; WPABS; VEN; ENTXT; CNKI: 电池, 电极, 绝缘, 层, 聚合物, 高分子, 粒子, 数量, battery, electrode, insulation, layer, polymer, macromolecule, particle, amount</p>																	
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>KR 20160118979 A (LG CHEMICAL LTD) 2016年10月12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第3-112段, 图1a-2b</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 112956072 A (日本瑞翁株式会社) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 说明书第35-173段, 图2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111146396 A (宁德新能源科技有限公司) 2020年5月12日 (2020 - 05 - 12) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108878748 A (宁德新能源科技有限公司) 2018年11月23日 (2018 - 11 - 23) 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	KR 20160118979 A (LG CHEMICAL LTD) 2016年10月12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第3-112段, 图1a-2b	1-10	X	CN 112956072 A (日本瑞翁株式会社) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 说明书第35-173段, 图2	1-10	A	CN 111146396 A (宁德新能源科技有限公司) 2020年5月12日 (2020 - 05 - 12) 全文	1-10	A	CN 108878748 A (宁德新能源科技有限公司) 2018年11月23日 (2018 - 11 - 23) 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	KR 20160118979 A (LG CHEMICAL LTD) 2016年10月12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第3-112段, 图1a-2b	1-10															
X	CN 112956072 A (日本瑞翁株式会社) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 说明书第35-173段, 图2	1-10															
A	CN 111146396 A (宁德新能源科技有限公司) 2020年5月12日 (2020 - 05 - 12) 全文	1-10															
A	CN 108878748 A (宁德新能源科技有限公司) 2018年11月23日 (2018 - 11 - 23) 全文	1-10															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年9月15日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年9月26日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>梁曼</p> <p>电话号码 86-(20)-28950885</p>															

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/072533

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)
KR	20160118979	A	2016年10月12日	KR	102181313	B1	2020年11月26日
CN	112956072	A	2021年6月11日	US	2022190439	A1	2022年6月16日
				KR	20210132000	A	2021年11月3日
				WO	2020175079	A1	2020年9月3日
				JP	W02020175079	A1	2020年9月3日
				EP	3933958	A1	2022年1月5日
CN	111146396	A	2020年5月12日	WO	2021134279	A1	2021年7月8日
CN	108878748	A	2018年11月23日	EP	3588613	A1	2020年1月1日
				US	2019393466	A1	2019年12月26日