

(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 5 月 10 日 (10.05.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/092500 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 4/1393 (2010.01) **H01M 10/0525** (2010.01)
H01M 4/1395 (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/128962

(22) 国际申请日: 2022 年 11 月 1 日 (01.11.2022)

(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: 雷廷玲 (LEI, Tingling); 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: 北京东方亿思知识产权代理有限公司 (BEIJING EAST IP LTD.); 中国北京市东

城区东长安街 1 号东方广场东方经贸城东 2 座 1601 室, Beijing 100738 (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, 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,

(54) **Title:** NEGATIVE ELECTRODE SHEET AND PREPARATION METHOD THEREFOR, ELECTROCHEMICAL DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 负极极片及其制备方法、电化学装置及电子装置

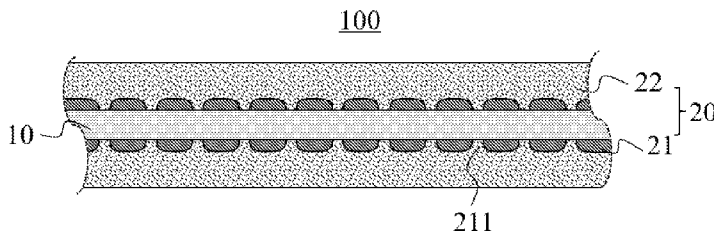


图 1

(57) **Abstract:** The present application relates to a negative electrode sheet and a preparation method therefor, an electrochemical device, and an electronic device. The negative electrode sheet comprises a negative electrode current collector and a negative electrode active material layer. The negative electrode active material layer comprises a first active material layer and a second active material layer, wherein the first active material layer is disposed on the surface of the negative electrode current collector, and the first active material layer comprises a plurality of first through holes which penetrate through the first active material layer along the thickness direction of the negative electrode current collector and are disposed at intervals; the second active material layer is at least disposed on the surface of the negative electrode current collector; the first active material layer is disposed between the second active material layer and the negative electrode current collector; the first active material layer comprises silicon-based particles; and the second active material layer comprises carbon-based particles.

(57) 摘要: 本申请涉及一种负极极片及其制备方法、电化学装置及用电装置。负极极片包括负极集流体和负极活性材料层。负极活性材料层包括第一活性材料层和第二活性材料层, 第一活性材料层设置于负极集流体的表面上, 且第一活性材料层包括沿负极集流体的厚度方向贯穿第一活性材料层的多个间隔设置的第一通孔, 第二活性材料层至少设置于负极集流体的表面上, 第一活性材料层设置于第二活性材料层和负极集流体之间。其中, 第一活性材料层包括硅基颗粒; 第二活性材料层包括碳基颗粒。

WO 2024/092500 A1

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))。

说明书

负极极片及其制备方法、电化学装置及电子装置

5

技术领域

本申请涉及储能技术领域，更具体地，涉及负极极片及其制备方法、电化学装置及电子装置。

背景技术

电化学装置具有能量密度高、工作电压高、重量轻等特性，故广泛应用于手机、笔记本电脑、相机等电子产品。在提升电化学装置的电化学性能的同时，其它性能也不容忽视。随着对电子产品性能要求的提高，对电化学装置的性能要求也逐步提升。

但是，由于受到负极活性材料的限制，电化学装置的能量密度普遍较低。因此，现有的电化学装置的能量密度仍有待提高。

发明内容

本申请提供一种负极极片及其制备方法、电化学装置及电子装置，能够提高电化学装置的能量密度。

第一方面，本申请提出了一种负极极片，包括负极集流体和负极活性材料层。负极活性材料层包括第一活性材料层和第二活性材料层，第一活性材料层设置于负极集流体的表面上，且第一活性材料层包括沿负极集流体的厚度方向贯穿第一活性材料层的多个间隔设置的第一通孔，第二活性材料层设置于所述第一活性材料层的表面，且至少部分穿过所述第一通孔与所述负极集流体的表面接触。，第一活性材料层包括硅基颗粒；第二活性材料层包括碳基颗粒。

在本申请的一些实施方案中，负极集流体包括沿其自身厚度方向彼此相对的两个表面；负极活性材料层设置在负极集流体的两个表面。

在本申请的一些实施方案中，第二活性材料层包括基层和连接于基层且相对于基层凸出的延伸部，基层设置于第一活性材料层的背离负极集流体的表面上，延伸部设置于第一通孔内并延伸至负极集流体的表面上。

在本申请的一些实施方案中，负极集流体包括沿负极集流体的厚度方向贯穿负极集流体的多个间隔设置的第二通孔，第二通孔与第一通孔连通，延伸部延伸至第二通孔内。

在本申请的一些实施方案中，各个第一通孔和第二通孔的开口形状分别独立选自长方形、正方形、圆形、椭圆形、菱形、锥形、条形或三角形。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层覆盖负极集流体的面积 S_1 与负极集流体的面积 S_0 满足 $60\% \leq S_1/S_0 \leq 90\%$ 。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层覆盖负极集流体的面积 S_1 与负极集流体的面积 S_0 满足 $70\% \leq S_1/S_0 \leq 80\%$ 。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层的含硅颗粒的总质量计，含硅颗粒占第一活性材料层总质量百分含量为 50%至 98%，可选地为 60%至 95%。

在本申请的一些实施方案中，硅基颗粒选自单质硅、硅合金、硅碳复合材料和硅氧化物材料中的一种或几种。

5 在本申请的一些实施方案中，碳基颗粒选自人造石墨、天然石墨、软碳、硬碳和中间相碳微球中的一种或几种。

在本申请的一些实施方案中，负极极片满足下述（1）至（4）中的一个或几个：

（1）第一活性材料层还包括第一粘结剂，第一粘结剂选自聚丙烯类、聚丙烯酸酯类、丙烯腈多元共聚物和羧甲基纤维素盐中的一种或几种，可选地第一粘结剂选自丙烯酸腈、
10 丙烯酸盐、丙烯酰胺和丙烯酸酯中的一种或几种单体的聚合物；

（2）第一活性材料层的厚度为 $3\mu\text{m}$ 至 $12\mu\text{m}$ ，优选为 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ ；

（3）第一活性材料层与负极集流体的粘结力大于等于 150N/m ；

（4）第一活性材料层与第二活性材料层的单面单位面积容量比为 1：（1~4）。

第二方面，本申请实施例提供了一种负极极片的制备方法，包括：

15 提供至少包含硅基颗粒的第一活性浆料，由第一活性浆料在负极集流体上形成第一活性材料层，获得复合体，其中，第一活性材料层包括沿负极集流体的厚度方向贯穿第一活性材料层的多个间隔设置的第一通孔；

提供至少包含碳基颗粒的第二活性浆料，由第二活性浆料在复合体上形成第二活性材料层，获得负极极片，其中，第二活性材料层至少设置于负极集流体的表面上。

20 在本申请的一些实施方案中，负极集流体设有多个间隔设置的第二通孔，第二通孔的制备方法包括：

对负极集流体进行造孔，以获得具有第二通孔的负极集流体。

在本申请的一些实施方案中，负极集流体设有多个间隔设置的第二通孔，第二通孔的制备方法包括：

25 对复合体进行造孔，以获得具有第二通孔的负极集流体，且在第一活性材料层上形成第一通孔。

第三方面，本申请实施例提供了一种电化学装置，包括上述第一方面任一实施例中的负极极片或通过上述第二方面任一实施例中的制备方法制得的负极极片。

30 第四方面，本申请实施例提供了一种的用电装置，包括上述第三方面任一实施例中的电化学装置。

本申请的负极极片，负极极片包括负极集流体和负极活性材料层，负极活性材料层包括第一活性材料层和第二活性材料层，其中，第一活性材料层包括硅基颗粒，由于硅基颗粒的理论克容量较高，使得负极极片的可逆克容量较高，并且，本申请的负极极片用作电化学装置时，电化学装置具有较高的能量密度。而且，本申请的第一活性材料层设置于第二活性材料层和负极集流体之间，第一活性材料层设有第一通孔，第二活性材料层的一部分穿设第一通孔并与负极集流体接触。本申请的负极活性材料层为位于外侧的第二活性材料层和位于内侧的不完全覆盖负极集流体的第一活性材料层形成的新型双层结构，第二活性材料层通过第一通孔与负极集流体的表面接触，为第二活性材料层提供了额外的电流通
35 道，降低了电化学装置的阻抗。而且，含有碳基颗粒的第二活性材料层的倍率和循环性能

优于含有硅基颗粒的第一活性材料层，第二活性材料层通过第一通孔与负极集流体直接接触，可以有效发挥第二活性材料层的倍率和循环性能的优势，从而缓解添加含量高、且具有高粘接的第一粘结剂的第一活性材料层导致电性能降低的缺陷。此外，新型双层结构一定程度上消除第一活性材料层的电性能差，降低对第二活性材料层和电化学装置的充放电、循环性能的影响。上述说明仅是本申请技术方案的概述，为了能够更清楚了解本申请的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本申请的具体实施方式

附图说明

在下文中将简要地说明为了描述本申请实施例或现有技术所必要的附图以便于描述本申请的实施例。显而易见地，下文描述中的附图仅只是本申请中的部分实施例。对本领域技术人员而言，在不需要创造性劳动的前提下，依然可以根据这些附图中所例示的结构来获得其他实施例的附图。

图 1 是本申请一些实施例提供的负极极片的部分结构示意图；

图 2 是本申请一些实施例提供的负极极片的第一活性材料层的正视图；

图 3 是本申请一些实施例提供的负极极片的部分正视图；

图 4 是本申请一些实施例提供的负极极片的部分剖面结构示意图；

图 5 是图 4 的负极极片的 a-a 的结构示意图；

图 6 是图 4 的负极极片的 b-b 的结构示意图；

图 7 是本申请一些实施例提供的负极极片的负极集流体和第一活性材料层的结构示意图；

图 8 是本申请另一些实施例提供的负极极片的负极集流体和第一活性材料层的结构示意图；

图 9 是本申请再一些实施例提供的负极极片的负极集流体和第一活性材料层的结构示意图；

图 10 是本申请另外一些实施例提供的负极极片的负极集流体和第一活性材料层的结构示意图；

图 11 是本申请又一些实施例提供的负极极片的负极集流体和第一活性材料层的结构示意图；

图 12 是本申请一些实施例提供的负极极片的包含第二通孔的部分结构示意图。

附图并未按照实际的比例绘制。

其中，图中各附图标记：

100、负极极片；

10、负极集流体；11、第二通孔；

20、负极活性材料层；21、第一活性材料层；211、第一通孔；22、第二活性材料层；221、基层；222、延伸部。

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。在本申请说明书全文中，将相同或相似

的组件以及具有相同或相似的功能的组件通过类似附图标记来表示。在此所描述的有关附图的实施例为说明性质的、图解性质的且用于提供对本申请的基本理解。本申请的实施例不应该被解释为对本申请的限制。

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。

在具体实施方式及权利要求书中，由术语“中的一者或多者”、“中的一个或多个”、“中的一种或多种”或其他相似术语所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 中的至少一者”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 中的至少一者”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。

本文公开的替换性要素或实施方式的分组不应被理解为限制。每个组成员可被单独采用和被单独要求保护，或者与该组其它成员或在本文中的其它要素以任何组合被采用和要求保护。可以预见到，为了方便和/或可专利性的理由，组中的一个或多个成员可被包含进组中或从中删除。

在不脱离本申请的保护范围的情况下，在本申请中能进行各种修改和变化，这对于本领域技术人员来说是显而易见的。因而，本申请意在覆盖落入所对应权利要求（要求保护的的范围）及其等同范围内的本申请的修改和变化。需要说明的是，本申请实施例所提供的实施方式，在不矛盾的情况下可以相互组合。

在阐述本申请实施例所提供的保护范围之前，为了便于对本申请实施例理解，本申请首先对相关技术中存在的问题进行具体说明。

电池广泛应用于手机、平板、无人机等电子产品，人们对电子产品的电池容量提出越来越高的要求，而在有限的空间里能提高电池容量，对电池的能量密度提出了更高的要求。目前使用的石墨的理论克容量只有 372mAh/g，不能满足对更高能量密度的需求；而硅材料的最大理论克容量达到了 4200mAh/g，相比石墨高出 10 倍，使用硅材料可以大大提高电池的能量密度，被誉为下一代电池的负极材料。但是，在锂离子电池中，硅材料在高度嵌锂过程中体积膨胀显著(>300%)，负极极片膨胀后导致负极粉化掉料，负极材料之间的粘结性变差，负极表面 SEI 重复破坏和生长，消耗大量电解液，且生成越来越多的副反应，最终导致循环性能下降。硅材料在电池循环过程中体积膨胀大，限制了其发展，因此，需要改善硅材料在循环过程的膨胀问题。

因此，发明人尝试采用纳米级的硅材料，例如 SiO、SiC 等纳米化，纳米级的硅材料具有比表面积大、离子扩散路径短、蠕动性强以及塑性高等特点，在充放电过程中体积变化小，能够在一定程度上缓解体积效应。但是发明人又进一步发现，SiO、SiC 等硅复合材料的理论克容量相比于单质 Si 低，且实际可逆克容量更低，例如 SiO 的克容量约为 2400mAh/g，实际可逆克容量约为 1500mAh/g。而且，硅复合材料的首次充电效率较低，一般小于 80%。发明人又尝试采用 Sn 基复合材料，Sn 与 Si 相类似，都具有较高的储锂容量，但是，由于其自身成本较高，对其进行包覆处理的均一性难度较大，与硅材料相比不具有优势。

鉴于此，发明人使用粘结能力强的粘接剂来束缚硅的膨胀，但是随着粘结能力强的粘结剂加入，会导致电池的内阻增大，从而弱化了电池的电性能，因此，本申请从改进负极极片结构的角度出发，第一活性材料层设置于第二活性材料层和负极集流体之间，第一活性材料层设有第一通孔，第二活性材料层的一部分穿设第一通孔并与负极集流体接触，为第二活性材料层提供了额外的电流通道，降低了电化学装置的阻抗，从而降低了电化学装置的内阻。同时第二活性材料层通过第一通孔与负极集流体直接接触，可以有效发挥第二活性材料层的倍率和循环性能的优势，从而缓解第一活性材料层电性能低的缺陷。接下来对本申请的技术方案进行详细说明。

在本申请中，电化学装置包括发生电化学反应的任何装置，它的具体实例包括所有种类的一次电池、二次电池、燃料电池、太阳能电池或电容器。示例性的，电化学装置为锂二次电池，该锂二次电池可以包括锂金属二次电池、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。

负极极片

本申请提出一种负极极片，如图 1 至图 3 所示，负极极片 100 包括负极集流体 10 和负极活性材料层 20。负极活性材料层 20 包括第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22，第一活性材料层 21 设置于负极集流体 10 的表面上，且第一活性材料层 21 包括沿负极集流体 10 的厚度方向贯穿第一活性材料层 21 的多个间隔设置的第一通孔 211，第二活性材料层 22 至少设置于负极集流体 10 的表面上，第一活性材料层 21 设置于第二活性材料层 22 和负极集流体 10 之间。其中，第一活性材料层 21 包括硅基颗粒；第二活性材料层 22 包括碳基颗粒。

负极集流体 10 上设置有负极活性物质层，负极集流体 10 能够将负极活性材料层 20 所产生的电流汇集输出，并能够将电流输入至负极活性物质层。负极集流体 10 可以为金属箔材或多孔金属板，例如铜、镍、钛、铁等金属或它们的合金的箔材或多孔板。负极集流体 10 包括沿其自身厚度方向彼此相对的两个表面，两个表面上可以均设置负极活性物质层，当然也可以仅在两个表面中的其中一个表面上设置负极活性物质层。

在本申请的一些实施例中，负极集流体 10 为铜箔，厚度为 $4\mu\text{m}$ 至 $15\mu\text{m}$ 。

负极活性材料层 20 包括第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22，其中，第一活性材料层 21 包括沿负极集流体 10 的厚度方向贯穿第一活性材料层 21 的第一通孔 211，且第一活性材料层 21 包括硅基颗粒。该硅基颗粒包含硅元素，硅基颗粒还可以包含碳元素、氧元素、氮元素、磷元素、硫元素等。第二活性材料层 22 至少设置于负极集流体 10 的表面上，第一活性材料层 21 设置于第二活性材料层 22 和负极集流体 10 之间，可以理解为，第二活性材料层 22 的一部分设置在第一活性材料层 21 背离负极集流体 10 的一侧，另一部分设置在第一通孔 211 内，且与负极集流体 10 接触。碳基材料包含碳元素，硅基颗粒还可以包含氮、氧等元素。

在本申请的实施例中，第一活性材料层 21 中的第一通孔 211 的数量多个，多个第一通孔 211 在第一活性材料层 21 上间隔设置。

本申请的负极极片的负极活性材料层 20 包括第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22，其中，第一活性材料层 21 包括硅基颗粒，由于硅基颗粒的理论克容量较高，使得负极极片的可逆克容量较高，并且，本申请的负极极片用作电化学装置时，电化学装置具有较高的能量密度。而且，本申请的第一活性材料层 21 设置于第二活性材料层 22 和负极集流体 10

之间，第一活性材料层 21 设有第一通孔 211，第二活性材料层 22 的一部分设置于第一通孔 211 并与负极集流体 10 接触。本申请的负极活性材料层 20 为位于外侧的第二活性材料层 22 和位于内侧的不完全覆盖负极集流体 10 的第一活性材料层 21 形成的新型双层结构，第二活性材料层 22 通过第一通孔 211 与负极集流体 10 的表面接触，为第二活性材料层 22 提供了额外的电流通道，降低了电化学装置的阻抗。而且，含有碳基颗粒的第二活性材料层 22 的倍率和循环性能优于含有硅基颗粒的第一活性材料层 21，第二活性材料层 22 通过第一通孔 211 与负极集流体 10 直接接触，可以有效发挥第二活性材料层 22 的倍率和循环性能的优势，从而缓解添加含量高、且具有高粘接的第一粘结剂的第一活性材料层 21 导致电性能低的缺陷。此外，新型双层结构能够在一定程度上消除第一活性材料层 21 的电性能差，降低第二活性材料层 22 和电化学装置的充放电、循环性能的影响。

在本申请的一些实施方案中，负极集流体 10 包括沿其自身厚度方向彼此相对的两个表面。负极活性材料层 20 设置在负极集流体 10 的两个表面。负极活性材料层 20 包括第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22，负极活性材料层 20 设置在负极集流体 10 的两个表面，可以理解为，沿负极集流体 10 的厚度方向上，依次包括第二活性材料层 22、第一活性材料层 21、负极集流体 10、第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22，其中，处于负极集流体 10 两侧的第二活性材料层 22 的一部分分别通过第一活性材料层 21 与负极集流体 10 接触。如此设置，能量密度提高的效果更显著。

结合参阅图 4 至图 6，图 4 是本申请一些实施例提供的负极极片的部分剖面结构示意图；图 5 是图 4 的负极极片的 a-a 的剖面示意图；图 6 是图 4 的负极极片的 b-b 的剖面示意图；

在本申请的一些实施方案中，如图 4 至图 6 所示，第二活性材料层 22 包括基层 221 和连接于基层 221 且相对于基层 221 凸出的延伸部 222，基层 221 设置于第一活性材料层 21 的背离负极集流体 10 的表面上，延伸部 222 设置于第一通孔 211 内并延伸至负极集流体 10 的表面上。第二活性材料层 22 包括基层 221 和延伸部 222，第一活性材料层 21 上设有用于容纳延伸部 222 的第一通孔 211，基层 221 层叠设置在第一活性材料层 21 上，延伸部 222 连接于第一通孔 211 的孔壁与负极集流体 10 接触。第二活性材料层 2 中的延伸部 222 通过第一通孔 211 与负极集流体 10 直接接触，可以有效发挥第二活性材料层 22 的倍率和循环性能的优势。

在一些实施例中，延伸部 222 填充第一通孔 211 的间隙，并与负极集流体 10 接触。如此设置，第二活性材料层 2 通过第一通孔 211 与负极集流体 10 直接接触，可以有效发挥第二活性材料层 22 的倍率和循环性能的优势。

在一些实施例中，位于负极集流体 10 一侧的第一通孔 211 与位于负极集流体 10 另一侧的第一通孔 211 相对设置。

在另一些实施例中，位于负极集流体 10 一侧的第一通孔 211 与位于负极集流体 10 另一侧的第一通孔 211 错位设置。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层 21 包括多个第一通孔 211，多个第一通孔 211 间隔设置。在第一活性材料层 21 上设置多个第一通孔 211，能够增加第一活性材料层 21 与第二活性材料层 22 的接触面积，进一步增加二者之间的连接稳定性。而且，间隔设置的第一通孔 211，使得延伸部 222 分布更多的区域，第二活性材料层 22 的倍率和循环性能优于第一活性材料层 21，第二活性材料层 22 通过未涂覆第一活性材料层 21 的第一通

孔 211 与负极集流体 10 直接接触，更有效地发挥第二活性材料层 22 在倍率和循环性能上的优势，不明显降低第一活性材料层 21 的电性能的恶化。此外，延伸部 222 插入第一通孔 211 内，一定程度上能够吸收和缓冲第一活性材料层 21 因体积膨胀产生的应力，提高第一活性材料层 21 的连接稳定性。

5 示例性地，多个第一通孔 211 等距间隔设置。如此设置，使得第一通孔 211 分散更加均匀，提高第一活性材料层 21 与第二活性材料层 22 的连接稳定性，更有利于发挥第二活性材料层 22 在倍率和循环性能上的优势。

示例性地，多个第一通孔 211 的开口面积相等。如此设置，能够利用第一活性材料层 21 的优良的活性，保持电芯整体的活性，又可以利用第二活性材料层 22 的高能量密度，使得整体能量密度均匀化。此外，各延伸部 222 对第一活性材料层 21 的束缚作用力相近，从而保证第一活性材料层 21 整体具有均匀的体积膨胀率，一定程度上减少局部体积膨胀差异，出现掉粉的现象。

在本申请的一些实施方案中，各个第一通孔 211 的开口形状分别选自长方形、正方形、圆形、椭圆形、菱形、锥形、条形或三角形。上述开口形状为常规结构，便于生产和加工。

15 示例性地，多个第一通孔 211 的开口形状相同，例如开口形状为圆形，可以提高生产效率和加工性能。

在本申请中，为了观察第一活性材料层 21 的形貌特征，可采用剥离的方式将第二活性材料层 22 从第一活性材料层 21 上剥离，例如胶带粘结的方式，以将第二活性材料层 22 从第一活性材料层 21 剥离，从而露出第一活性材料层 21。

20 在本申请中，胶带剥离法具体包括：（1）、将涂覆有第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22 的负极极片切成长度 120mm、宽度 20mm 的条状；（2）、将长度约 100mm、宽度 25mm 的双面胶带贴在平板上；（3）、将裁切的涂覆有第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22 的负极极片贴在双面胶带上，负极极片的一端留出适合的长度不与双面胶贴合，以方便剥离膜片，适当按压负极极片，使得负极极片与双面胶贴合、双面胶与平板贴合；（4）、从负极极片未贴在双面胶的一端，拉起负极极片并剥离负极极片，由于第二活性材料层 22 与第一活性材料层 21 之间、第二活性材料层 22 和负极集流体 10 之间的粘接力远弱于第一活性材料层 21 和负极集流体 10 的粘接力，第二活性材料层 22 将被剥离并留在胶带上，而第一活性材料层 21 将保留在负极集流体 10 上，露出第一活性材料层 21 的形貌；特别的，如第二活性材料层 22 自身的粘接过弱，导致胶带剥离时从第二活性材料层 22 间剥离，可将经剥离的负极极片重复（3）和（4）步骤，直至露出第一活性材料层 21 和未涂覆第一活性材料层 21 的集流体。

在本申请中，通过对负极极片采用电子束切割或圆刀分切等方式，获得负极极片截面。在扫描电子显微镜下观察，如图 5 和图 6 所示，其中，颗粒相对较小的为含硅基颗粒的第一活性材料层 21，颗粒相对较大的为含碳基颗粒的第二活性材料层 22，进一步参见图 5，35 第一通孔 211 间隔分布在第一活性材料层 21 上，第二活性材料层 22 的延伸部 222 通过第一通孔 211 与负极集流体 10 接触，且第二活性材料层 22 完全覆盖第一活性材料层 21。进一步参见图 6，第一活性材料层 21 连续设置在负极集流体 10 上，第二活性材料层 22 完全覆盖第一活性材料层 21。

在本申请中，如图 7 至图 11 所示，多个第一通孔 211 形成岛状图案、网状图案、片状

图案等图案效果。

结合参阅图 12，图 12 是本申请一些实施例提供的负极极片的包含第二通孔的部分结构示意图。

在本申请的一些实施方案中，如图 12 所示，负极集流体 10 包括沿负极集流体 10 的厚度方向贯穿负极集流体 10 的多个间隔设置的第二通孔 11，第二通孔 11 与第一通孔 211 连通，延伸部 222 延伸至第二通孔 11 内。

负极集流体 10 贯穿设有第二通孔 11，第二通孔 11 与第一通孔 211 连通，延伸部 222 延伸至第二通孔 11 内，位于负极集流体 10 两侧的第二活性材料层 22 通过第二通孔 11 和第一通孔 211 进行导通，为外侧的第二活性材料层 22 提供额外的电流通道，与未设有通孔的包含第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22 的负极极片相比，降低了电化学装置的阻抗，消除了第一活性材料层 21 的电性能差对第二活性材料层 22 和整体电化学装置的充放电、循环性能的影响。此外，包含第二通孔 11 的集流体层，与未设有通孔的包含第一活性材料层 21 和第二活性材料层 22 的负极极片相比，不仅降低了集流体的重量，还提供了额外的负极活性材料层 20 附着空间，进一步提高了电化学装置的能量密度。多个第二通孔 11 间隔设置，通过负极集流体 10 的第二通孔 11 相连的位于两侧的第二活性材料层 22，以将两侧的第二活性材料层 22 连接形成整体结构，进一步增强第二活性材料层 22 整体结构稳定性。

在一些实施例中，第二通孔 11 与第一通孔 211 连通，在厚度方向上，第一通孔 211 开口面积与第二通孔 11 开口面积可相等或不等。

可选地，第一通孔 211 开口面积与第二通孔 11 开口面积相等。以便于将二者进行一体化加工，提高加工效率。

在本申请的一些实施方案中，各个第二通孔 11 的开口形状分别选自长方形、正方形、圆形、椭圆形、菱形、锥形、条形或三角形。第二通孔 11 的开口形状与第一通孔 211 的开口形状可相同。

可选地，各个第二通孔 11 的开口形状为圆形。如此设置，圆形相比于其他形状，由于其他形状的第二通孔 11 可能会带有尖角，存在薄弱位置，尖角位置容易破裂，使得负极集流体 10 的强度降低，且圆形的第二通孔 11 更容易加工制造。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层 21 覆盖负极集流体 10 的面积 S_1 与负极集流体 10 的面积 S_0 满足 $60\% \leq S_1/S_0 \leq 90\%$ 。为平衡负极极片克容量及电化学装置的内阻， S_1/S_0 不宜小于 60%，小于 60% 时，负极极片的克容量相对较低，可能会导致电化学装置循环过程中析锂等不良现象。当 S_1/S_0 大于 90% 时，电化学装置的阻抗较高，导致满充时间更长，很难满足快速充电的需求。第一活性材料层 21 覆盖负极集流体 10 的面积 S_1 的面积在适宜的范围内，以保证第一活性材料层 21 的占比，从而保证电化学装置的能量密度。且第一活性材料层 21 覆盖负极集流体 10 的面积 S_1 的面积适宜，以预留集流体 10 和第二活性物质层 22 导通，降低电化学装置的阻抗，提高电化学装置的电化学性能。因此，第一活性材料层 21 覆盖负极集流体 10 的面积 S_1 与负极集流体 10 的面积 S_0 满足 $60\% \leq S_1/S_0 \leq 90\%$ ，可以兼顾电化学装置的循环性能和能量密度。

在一些实施例中，第一活性材料层 21 覆盖负极集流体 10 的面积 S_1 与负极集流体 10 的面积 S_0 满足 $60\% \leq S_1/S_0 \leq 90\%$ ，第一活性材料层 21 覆盖负极集流体 10 的面积 S_1 与负极集

流体 10 的面积 S_0 满足为 60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%或在由上述的任意两个端点所组成的其它范围内。

可选地，第一活性材料层 21 覆盖负极集流体 10 的面积 S_1 与负极集流体 10 的面积 S_0 满足 $70\% \leq S_1/S_0 \leq 80\%$ 。

在本申请的一些实施方案中，基于第一活性材料层 21 的总质量计，含硅颗粒占第一活性材料层 21 总质量百分含量为 50%至 98%。适宜的含硅颗粒占比使得第一活性材料层 21 形成的电化学装置具有较高的能量密度。

可选地，含硅颗粒占第一活性材料层 21 总质量百分含量为 60%至 95%。

在本申请的一些实施方案中，硅基颗粒选自单质硅、硅合金、硅碳复合材料和硅氧化物材料中的一种或几种。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层 21 还包括第一粘结剂，第一粘结剂选自聚丙烯类、聚丙烯酸酯类、丙烯腈多元共聚物和羧甲基纤维素盐中的一种或几种。

在本申请的一些实施方案中，通过对第一活性材料层 21 添加相对含量高、且具有高粘接的第一粘结剂，以抑制第一粘结剂的膨胀，但是相对含量高、且具有高粘接的第一粘结剂会导致电池内阻较大，从而弱化电性能，因此在第一活性材料层 21 预留第一通孔 211，再在第一活性材料层 21 上形成含有碳基颗粒的第二活性材料层 22，第二活性材料层 22 的倍率和循环性能优于含有硅基颗粒的第一活性材料层 21，第二活性材料层 22 通过第一通孔 211 与负极集流体 10 直接接触，可以有效发挥第二活性材料层 22 的倍率和循环性能的优势，从而缓解因添加相对含量高、且具有高粘接的第一粘结剂的第一活性材料层 21 导致电性能降低的缺陷。此外，与石墨、硅或硅合金等混合单层相比，第一活性材料层 21 使用粘接性更强的第一粘结剂，第一粘结剂能够束缚第一活性材料层 21 的硅基颗粒在循环过程的膨胀。第一活性材料层 21 的粘接剂使用具有高粘接的聚丙烯类、聚丙烯酸酯类、丙烯腈多元共聚物和羧甲基纤维素盐等，其在电解液中溶胀小，可以保持较高的粘结力，有效抑制充电嵌锂过程中硅基颗粒的体积膨胀。

可选地，第一粘结剂选自丙烯酸腈、丙烯酸盐、丙烯酰胺和丙烯酸酯中的一种或几种单体的聚合物。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层 21 还包括第一导电剂，第一导电剂选自导电碳黑（Super P）、碳纤维、石墨烯或碳纳米管（CNT）中的一种或几种。在第一活性材料层 21 包括含硅颗粒、第一粘结剂、第一导电剂的情况下，含硅颗粒、第一粘结剂与第一导电剂的质量比为（85%~97%）：（2%~10%）：（1%~5%）。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层 21 的厚度为 $3\mu\text{m}$ 至 $12\mu\text{m}$ 。第一活性材料层 21 具有适宜的厚度，以保证第一活性材料层 21 具有较高的电子迁移速率，而且，第一活性材料层 21 的厚度适宜，也使得含硅颗粒具有较高的总质量，从而达到较高的能量密度。

在一些实施例中，第一活性材料层 21 的厚度为 $3\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $6\mu\text{m}$ 、 $7\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m}$ 、 $9\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $11\mu\text{m}$ 、 $12\mu\text{m}$ 或在由上述的任意两个端点所组成的其它范围内。

可选地，第一活性材料层 21 的厚度为 $3\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层 21 与负极集流体 10 的粘结力大于等于

150N/m。在第一活性材料层 21 中第一粘结剂的含量较高时，第一活性材料层 21 的粘结力好，使得第一活性材料层 21 能够稳定的附着在负极集流体 10 上。因此，适宜的第一粘结剂含量能够保证第一活性材料层 21 的粘结力大于等于 150N/m。但需要进一步控制第一粘结剂的含量，以降低当第一粘结剂的含量过高时，影响锂离子的扩散，降低负极极片的性能。

可选地，第一活性材料层 21 与负极集流体 10 的粘结力大于等于 150N/m。

更可选地，第一活性材料层 21 与负极集流体 10 的粘结力大于等于 300N/m。

在本申请的一些实施方案中，碳基颗粒选自人造石墨、天然石墨、软碳、硬碳和中间相碳微球中的一种或几种。

在本申请的一些实施方案中，第二活性材料层 22 还包括第二粘结剂，第二粘结剂选自羧甲基纤维素 (CMC)、丁苯橡胶 (SBR)、(聚丙烯酸) PAA 中的一种或多种。

在本申请的一些实施方案中，第二活性材料层 22 还包括第二导电剂，导电碳黑 Super P、碳纤维、碳纳米管 CNT、乙炔黑、导电石墨、石墨烯中的一种或多种。

在本申请的一些实施方案中，第二活性材料层 22 还包括其他助剂，例如：流平剂、分散剂、增稠剂、表面活性剂等。在第二活性材料层 22 包括碳基颗粒、第二粘结剂、第二导电剂和其他助剂的情况下，碳基颗粒、第二粘结剂、第二导电剂与其他助剂的质量比为 (92%~98%) : (1%~3%) : (1%~3%) : (0%~2%)。

在本申请的一些实施方案中，负极活性材料层的厚度为 20 μ m 至 60 μ m。负极活性材料层具有适宜的厚度，既能够保证整个化学体系的充电能力。

可选地，第二活性材料层 22 的厚度大于等于第一活性材料层 21 的厚度。

在本申请的一些实施方案中，第一活性材料层 21 与第二活性材料层 22 的单面单位面积容量比为 1 : (1~4)。适宜的第一活性材料层 21 与第二活性材料层 22 的单面单位面积容量比，有效降低动力学相对较差的第一活性材料层 21 的占比大，导致整体动力学的变差的风险。

负极极片的制备方法

本申请实施例提供了一种负极极片的制备方法，包括：

S1、提供至少包含硅基颗粒的第一活性浆料，由第一活性浆料在负极集流体 10 上形成第一活性材料层 21，获得复合体，其中，第一活性材料层 21 包括沿负极集流体 10 的厚度方向贯穿第一活性材料层 21 的多个间隔设置的第一通孔 211；

S2、提供至少包含碳基颗粒的第二活性浆料，由第二活性浆料在复合体上形成第二活性材料层 22，获得负极极片，其中，第二活性材料层 22 至少设置于负极集流体 10 的表面上。

根据本申请的负极极片制备方法的实施例，先制备第一活性浆料，以在负极集流体 10 上形成具有第一活性材料层 21 的复合体，再制备第二活性浆料，以在复合体上的形成第二活性材料层 22，如此设置，有利于在第一活性材料层 21 形成第一通孔 211，又有利于分别对第一活性材料层 21 与第二活性材料层 22 进行调整，生产制造的灵活性高。

在本申请的一些实施方案中，第一活性浆料涂覆后，经烘干直接形成具有第一通孔 211 的第一活性材料层 21；或者，第一活性浆料涂覆后，经烘干形成基膜，再基膜上开孔成形具有第一通孔 211 的第一活性材料层 21。第一活性材料层 21 的涂覆方式选自凹版、微凹版、

丝网印刷、滚筒印刷、电喷涂、转移涂布或挤压涂布中的一种。

示例性地，第一活性材料层 21 的涂布方式为凹版涂覆，通过设计凹版辊中的凹穴区域和无凹穴区域的面积比例、形状等参数，可以涂覆出具有一定涂覆结构设计的第一活性材料层 21，当凹版辊上设计有一定形状的无凹穴区域时，会在第一活性材料层 21 中留下相应形状的通孔区；当凹版辊上设计有一定形状的凹穴区域时，会在第一活性材料层 21 中留下相应形状的涂覆区域。

可选地，第一活性浆料的烘干温度为 80°C 至 150°C。

在本申请的一些实施方案中，第二活性浆料涂覆在第一活性材料层 21 表面，且第二活性浆料能够渗入到第一通孔 211 内，并与负极集流体 10 接触。第二活性浆料的涂覆方式选自挤压涂布、微凹版、转移涂布、凹版印刷等。

示例性地，第二活性材料层 22 的涂布方式为挤压涂布，将第二活性浆料通过挤压涂的方式附着在第一活性材料层 21 和负极集流体 10 上，再经烘干形成第二活性材料层 22。

可选地，第二活性浆料的烘干温度为 80°C 至 150°C。

在本申请的一些实施方案中，负极集流体 10 设有多个间隔设置的第二通孔 11，第二通孔 11 的制备方法包括：对负极集流体 10 进行造孔，以获得具有第二通孔 11 的负极集流体 10。先在负极集流体 10 上先开设第二通孔 11，再将第一活性浆料涂覆在负极集流体 10 上，第二通孔 11 对应第一活性浆料的非涂覆区域，以在第一活性材料层 21 形成第一通孔 211。

在本申请的另一些实施方案中，负极集流体 10 设有多个间隔设置的第二通孔 11，第二通孔 11 的制备方法包括：

对复合体进行造孔，以获得具有第二通孔 11 的负极集流体 10，且在第一活性材料层 21 上形成第一通孔 211。先在负极集流体 10 涂覆第一活性浆料，形成具有第一通孔 211 的复合体，通过第一通孔 211 对负极集流体 10 造孔，获得第二通孔 11。

正极极片

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且包括正极活性材料的正极活性材料层。

可以理解的是，正极极片可以在正极集流体的一个表面设置正极活性材料层，也可以在正极集流体的两个表面设置正极活性材料层，本申请实施例对此不做特别限定。

正极集流体可以为金属箔材或多孔金属板，例如铝、铜、镍、钛、铁等金属或它们的合金的箔材或多孔板。在本申请的一些实施例中，正极集流体为铝箔。

在本申请的一些实施例中，正极活性材料可以选自磷酸锰铁锂、磷酸铁锂、磷酸锰锂等橄榄石结构材料，NCM811、NCM622、NCM523、NCM333 等三元结构材料，钴酸锂材料，锰酸锂材料，其它能够脱嵌锂的金属氧化物等中的至少一种。

在本申请的一些实施例中，正极活性材料层还包括粘合剂，该粘合剂提高正极活性材料颗粒彼此间的结合，并且还提高正极活性材料与集流体的结合。示例性的，粘合剂可以选自聚乙烯醇、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、丁苯橡胶、丙烯酸（酯）化的丁苯橡胶、环氧树脂或尼龙等中的至少一种。

在本申请的一些实施例中，正极活性材料层还包括导电剂，该导电剂选自基于碳的材料、基于金属的材料、导电聚合物和它们的混合物中至少一种。示例性的，基于碳的材料

选自碳黑、乙炔黑、科琴黑、碳纤维、碳纳米管或其任意组合。基于金属的材料选自金属粉、金属纤维、铜、镍、铝或银。导电聚合物为聚亚苯基衍生物。

本申请中的正极极片可以按照本领域常规方法制备。例如，将活性材料、导电材料和粘合剂分散于 N 甲基吡咯烷酮 (NMP) 中混合，形成均匀的正极浆料，将正极浆料涂覆在正极集流体上，经烘干、冷压、裁片、分切和再干燥后，得到正极极片。

隔离膜

本申请实施例的电化学装置还可以包括隔离膜，隔离膜设置于正极极片和负极极片之间，以隔开正极极片和负极极片，以降低负极和正极直接接触的风险。负极、隔离膜和正极具有多种结构形式，例如，负极、隔离膜和正极依次层叠设置为叠片式结构，或者，负极、隔离膜和正极卷绕形成卷绕式结构。

隔离膜是本领域技术公知的可被用于电化学装置的隔离膜，例如但不限于聚烯烃类微多孔膜。在一些实施例中，隔离膜包含聚乙烯 (PE)、乙烯 丙烯共聚物、聚丙烯 (PP)、乙烯-丁烯共聚物、乙烯-己烯共聚、乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物中的至少一种。

在一些实施例中，隔离膜为单层隔离膜或多层隔离膜。

在一些实施例中，隔离膜上涂覆有涂层。在一些实施例中，涂层包含有机涂层和无机涂层中的至少一种，其中，有机涂层选自聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物、聚丙烯腈、聚酰亚胺、丙烯腈-丁二烯共聚物、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯 共聚物、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯、聚丙烯酸乙酯、丙烯酸-苯乙烯共聚物、聚二甲基硅氧烷、聚丙烯酸钠、羧甲基纤维素钠中的至少一种，无机涂层选自 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 TiO_2 、 ZnO_2 、 MgO 、 ZrO_2 、 SnO_2 中至少一种。

本申请对隔离膜的形态和厚度没有特别的限制。隔离膜的制备方法是本领域技术公知的可被用于电化学装置的隔离膜的制备方法。

电解液

本申请实施例的电化学装置还可以包括电解液。本申请的电解液中含有电解质盐。电解质盐是本领域技术公知的适用于电化学装置的电解质盐。针对不同的电化学装置，可以选用合适的电解质盐。例如对于锂离子电池，电解质盐通常使用锂盐。

在一些实施例中，锂盐包括或选自有机锂盐和无机锂盐中的至少一种。

在一些实施例中，锂盐包括或选自六氟磷酸锂 (LiPF_6)、六氟锑酸锂 (LiSbF_6)、六氟砷酸锂 (LiAsF_6)、全氟丁基磺酸锂 ($\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$)、高氯酸锂 (LiClO_4)、铝酸锂 (LiAlO_2)、四氯铝酸锂 (LiAlCl_4)、双氟磺酰亚胺锂 ($\text{LiN}(\text{C}_x\text{F}_{2x+1}\text{SO}_2)(\text{C}_y\text{F}_{2y+1}\text{SO}_2)$ ，其中 x 和 y 是自然数)、氯化锂 (LiCl) 或氟化锂 (LiF) 中的至少一种。在一些实施例中，本申请的电解液中的锂盐的质量百分含量为 10wt% 至 15wt%，例如可以为 10%、11%、12%、13%、14%、15% 或为其间的任意范围。

本申请的电解液中还可以含有非水有机溶剂，在一些实施例中，非水有机溶剂包含碳酸酯、羧酸酯、醚化合物、砜化合物或其他非质子溶剂中至少一种。在一些实施例中，非水有机溶剂的质量百分含量为 21% 至 90%，例如可以为 21%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90 或为其间的任意范围。

在一些实施例中，碳酸酯溶剂包含碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯、碳酸乙丙酯、碳酸二丙酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸丁烯酯、二 (2,2,2-三氟乙

基)碳酸酯中的至少一种。

在一些实施例中,羧酸酯溶剂包含乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸正丙酯、乙酸正丁酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丙酸丁酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、丁酸丙酯、丁酸丁酯、 γ -丁内酯、戊内酯、丁内酯中至少一种。

5 在一些实施例中,醚化合物溶剂包含乙二醇二甲醚、二乙二醇二甲醚、四乙二醇二甲醚、二丁醚、四氢呋喃、2-甲基四氢呋喃、双(2,2,2-三氟乙基)醚、1,3-二氧六环、1,4-二氧六环中至少一种。

在一些实施例中,砜化合物包含乙基乙烯基砜、甲基异丙基砜、异丙基仲丁基砜、环丁砜中至少一种。

10 电解液中非水有机溶剂,可以使用单非水有机溶剂,也可以使用多种非水有机溶剂混合,当使用混合溶剂时,可以根据期望的电化学装置性能进行控制混合比。

本申请的电解液中还可以含有功能性添加剂,例如成膜添加剂、正极成膜添加剂。成膜添加剂可以在负极极片和/或正极极片的表面形成界面膜,从而防护负极极片和/或正极极片。在一些实施例中,成膜添加剂可以为多脒类添加剂、磺酸酯类添加剂等。

15 壳体

正极极片、隔离膜和负极极片按顺序叠好,使隔离膜处于正极极片和负极极片之间,然后经绕卷可得到电极组件,将电极组件置于壳体内,再注入电解液,经过真空封装、静置、化成,抽气成型等工序后可以得到电化学装置。

壳体可以为硬壳壳体或柔性壳体。示例性的,硬壳壳体的材质可以为金属。柔性壳体的材质可以为金属塑膜,例如铝塑膜、钢塑膜等。

20 电子装置

本申请第二方面提供了一种电子装置,其包括本申请第一方面提供的电化学装置。本申请提供的电化学装置不仅具有良好的高温存储性能和高温循环性能以及较高的能量密度,从而本申请提供的电子装置具有良好的高温存储性能和高温循环性能以及较高的能量密度。

25 本申请实施例对电子装置没有特别限制,其可以是用于现有技术中已知的任何电子装置。在本申请的一些实施例中,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、自行车、照明器具、玩具、游戏机、钟表、电动工具、闪光灯、照相机、家庭用大型蓄电池或锂离子电容器等。

实施例

35 下述实施例更具体地描述了本申请公开的内容,这些实施例仅仅用于阐述性说明,因为在本申请公开内容的范围内进行各种修改和变化对本领域技术人员来说是明显的。除非另有声明,以下实施例中所报道的所有份、百分比、和比值都是基于重量计,而且实施例中使用的所有试剂都可商购获得或是按照常规方法进行合成获得,并且可直接使用而无需进一步处理,以及实施例中使用的仪器均可商购获得。

以下实施例为了方便说明,以电化学装置为锂离子二次电池为例,对电化学装置及其

制造方法进行详细说明。

实施例 1 至 17、对比例 1 至 3

实施例 1

锂离子电池的制备

(1) 负极的制备

a) 将硅：丙烯酸腈：电碳黑 (Super P) 按照质量百分比为 94%：4%：2%混合，溶剂为水，使用行星搅拌机分散，制备成第一活性浆料，将第一活性浆料采用局部无凹穴的花纹凹版辊涂布与负极集流体的两个表面，凹版辊上无凹穴的位置，经刮刀刮料后，第一活性浆料被刮除，对应负极集流体上不涂覆第一活性浆料，也即第一通孔的位置，而有凹穴的位置，经刮刀刮料后，第一活性浆料被保留，转移到负极集流体表面，对应涂覆负极集流体上涂覆第一活性浆料的位置，经 100°C 的烘箱烘干和冷压后，形成第一活性材料层，获得复合体，其中，第一活性材料层包括沿负极集流体的厚度方向贯穿第一活性材料层的第一通孔，第一活性材料层覆盖所述负极集流体的面积 S_1 与所述负极集流体的面积 S_0 满足 S_1/S_0 为 70%，第一活性材料层的厚度为 3 μ m，第一活性材料层与负极集流体的粘结力大于 300N/m；

b) 将石墨：丁苯橡胶 (SBR)：碳纳米管 (CNT) 按照质量百分比为 94%：4%：2%混合，溶剂为水，使用行星搅拌机分散，制备成第二活性浆料，采用挤压涂布的方式在第一活性材料层的表面涂覆有第二活性浆料，且第二活性浆料渗入第一通孔与负极集流体接触，经 100°C 的烘箱烘干形成第二活性材料层，负极活性材料层厚度的厚度为 47.5 μ m，得到负极极片。

实施例 2 至 12 以及对比例 1 至 3 的制备方法与实施例 1 的制备方法相似，不同的是：第一活性材料层覆盖所述负极集流体的面积 S_1 与负极集流体的面积 S_0 、第一活性材料层的厚度中的至少一者。

实施例 1 至 12、对比例 1 至 3 的相关参数如表 1 所示。

实施例 13 至 17

制备方法与实施例 1 的制备方法相似，不同的是：负极集流体上开设有第二通孔，对负极集流体打孔，获得多个第二通孔，且各第二通孔与各第一通孔对应设置，如表 2 所示。

(2) 正极的制备

将正极活性材料钴酸锂 (LiCoO_2)、导电剂碳纳米管 (CNT)、粘结剂聚偏二氟乙烯按照重量比 95:2:3 加入 N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 溶剂中，在真空搅拌机的作用下搅拌，形成均匀的正极浆料，然后将正极浆料均匀涂覆于正极集流体铝箔上；在 85°C 下烘干后经过冷压、裁片、分切后，在 85°C 的真空条件下干燥 4h，得到正极极片。

(3) 电解液制备

在干燥的氩气气氛手套箱中，将碳酸乙烯酯 (EC)、碳酸丙烯酯 (PC) 和碳酸二乙酯 (DEC) 按照质量比为 1：3：6 进行混合，接着加入添加剂，溶解并充分搅拌后加入锂盐 LiPF_6 ，混合均匀后获得电解液。其中， LiPF_6 的浓度为 1.20mol/L。

(4) 隔离膜的制备

将勃姆石与聚丙烯酸酯混合并将其溶入到去离子水中以形成涂层浆料。随后采用微凹涂布法将所述涂层浆料均匀涂布到多孔基材的两个表面上，经过干燥处理以获得所需隔离

膜。

(5) 锂离子电池的制备

将正极、隔离膜、负极按顺序叠好，使隔离膜处于正极、负极之间起到隔离的作用，然后卷绕，焊接极耳后得到裸电芯，将裸电芯置于外包装箔铝塑膜中，注入上述制备好的电解液，经过真空封装、静置、化成、整形、容量测试等工序，获得软包锂离子电池。

性能测试：

(1) 第一活性材料层厚度的测量

在 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的环境下，取仅具有第一活性材料层的负极集流体和负极集流体；用万分尺测试涂覆负极集流体至少 10 个不同点的厚度，记所有测试点的厚度均值为 T_0 ；用万分尺测试具有第一活性材料层的负极集流体至少 10 个不同点的厚度，记所有测试点的厚度均值为 T_1 ；特别的，要求万分尺测量头必须避免落入第一通孔的区域；第一活性材料层的厚度为： $T_1 - T_0$ 。

(2) 负极活性材料层厚度的测量

在 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的环境下，取仅具有第一活性材料层和第二活性材料层的负极集流体和单独的负极集流体；用万分尺测试涂覆负极集流体至少 10 个不同点的厚度，记所有测试点的厚度均值为 T_0 ；用万分尺测试具有第一活性材料层和第二活性材料层的负极集流体至少 10 个不同点的厚度，记所有测试点的厚度均值为 T_2 ；活性材料层的总厚度为： $T_2 - T_0$ 。

(3) 粘结力

采用高铁拉力机、 90° 角法测试第一活性材料层与负极集流体的粘结力：

制作测试负极极片：避免双面胶带粘结在未涂覆第一活性材料层的负极集流体上，影响粘接测试；使用线棒刮涂机制作完全覆盖集流体的单面第一活性材料层的负极极片，第一活性材料层厚度为 $4\mu\text{m}$ ，用于粘接测试；将涂覆有第一活性材料层的负极极片制成条状，沿长度方向从负极极片的一端将极片的一部分通过双面胶粘附在钢板上；将钢板固定在高铁拉力机相应位置，拉起未被粘在钢板上的负极极片，通过连接物或直接将负极极片放入夹头内夹紧，待夹口拉力在大于 0kgf 且小于 0.02kgf 时，即可开始用高铁拉力机测试；最终测得平稳区域的拉力平均值记为第一活性材料层与集流体的粘结力。

(4) 第一活性材料层覆盖负极集流体的面积 S_1 在负极集流体的面积 S_0 占比

取一定面积且涂覆有第一活性材料层的负极集流体；将负极集流体置于 CCD 镜头之下，拍摄集流体图像，其中图像暗色为第一活性材料层，亮色为空负极集流体；由软件统计图像视野区域内暗颜色面积为 S_1 ，即视野内第一活性材料层涂覆区域面积；计算视野区域全部面积 S_0 （包含暗色区域的面积），即视野内负极集流体区域面积；第一活性材料层覆盖负极集流体的面积 S_1 在负极集流体的面积 S_0 的占比为： S_1/S_0 。

(5) 负极活性材料层的理论克容量

制作仅涂覆有第一活性材料层或第一活性材料层的负极极片，并裁切成圆片，圆片面积分别为 s_1 、 s_2 ，涂覆重量分别为 m_1 、 m_2 ；组装成锂离子二次电池，对锂离子二次电池进行充放电测试，分别测得第一活性材料层的锂离子二次电的容量 C_1 和第二活性材料层的锂离子二次电的容量 C_2 ；第一活性材料层和第二活性材料层在面积为 S 的区域涂覆重量为 M_1 和 M_2 ；包含第一活性材料层和第二活性材料层的负极活性材料层的单位面积理论克容量如下式所示：

$$A=\frac{M_1}{m_1S_1} * C_1 + \frac{M_2}{m_2S_2} * C_2$$

(6) 锂离子电池的循环寿命测试

将锂离子电池放在温度为 25±3℃ 的环境中；以 1C 倍率的恒流充电到电压 4.45V，并继续在 4.45V 下采用恒压充电，直至电流≤0.025C 停止充电，再以 0.5C 倍率恒流放电，直至电压≤2.75V；记为一个充放电循环过程；重复上述步骤，直至锂离子电池的容量低于 80%；此时的循环次数为锂离子电池的循环寿命。

(7) 锂离子电内阻测试

将锂离子电池放在温度为 25±3℃ 的环境中；在电池两端接上定额交流电源（正弦、1000Hz 频率波、电流 I 为 10mA）和电压计；由电压计测量电池两端的电压 U，则电池的交流内阻 R 电芯≈R 测试=U/I。

性能测试结果：

表 1 实施例 1 至 12、对比例 1 至 3 的各组分和相关参数及性能

序号	第一活性材料层	S ₁ /S ₀	第一活性材料层的厚度（μm）	第一活性材料层的粘结力（N/m）	第二活性材料层	负极活性材料层克容量 mAh/g	内阻 mΩ	循环寿命
实施例 1	硅	70%	3	>300	石墨	409	21.7	满足 1000 次
实施例 2	硅	70%	4	>300	石墨	431	24.1	满足 1000 次
实施例 3	硅	70%	5	>300	石墨	456	35.2	满足 800 次
实施例 4	硅	70%	6	>300	石墨	484	36.4	满足 700 次
实施例 5	硅	70%	8	>300	石墨	550	42.5	满足 600 次
实施例 6	硅	70%	10	>300	石墨	613	52.4	满足 400 次
实施例 7	硅	70%	12	>300	石墨	720	67.1	满足 300 次
实施例 8	硅	80%	4	>300	石墨	446	27.8	满足 800 次
实施例 9	硅	90%	4	>300	石墨	452	32.7	满足 650 次
实施例 10	硅	60%	4	>300	石墨	425	19.2	满足 1000 次
实施例 11	硅	55%	4	>300	石墨	409	18.0	满足 1000 次
实施例 12	硅	70%	4	200	石墨	429	19.2	满足 300 次
对比例 1	硅	100%	4	>300	石墨	736	40.1	满足 350 次
对比例 2	硅	100%	12	>300	--	1589	45.0	满足 300 次
对比例 3	--	--	--	--	石墨	356	17.2	满足 1000 次

表 2 实施例 2、1/3 至 17、对比例 1 的各组分和相关参数及性能

序号	负极集流体的第二通孔占比	第一活性材料层	S ₁ /S ₀	第一活性材料层的粘结力（N/m）	第二活性材料层	负极活性材料层克容量 mAh/g	内阻 mΩ	循环寿命
对比例 1	0	硅	100%	>300	石墨	736	40.1	满足 350 次
实施例 2	0	硅	70%	>300	石墨	431	24.1	满足 1000 次
实施例 13	30%	硅	70%	>300	石墨	426	22	满足 1000 次

实施例 14	20%	硅	80%	>300	石墨	437	30.2	满足 700 次
实施例 15	10%	硅	90%	>300	石墨	451	35.6	满足 600 次
实施例 16	5%	硅	95%	>300	石墨	460	37.6	满足 500 次
实施例 17	40%	硅	60%	>300	石墨	413	24.5	满足 900 次

如表 1 和表 2 所示，实施例 1 至 17 中的负极极片的克容量、满冲时间和循环寿命均较好，本申请的负极极片的负极活性材料层包括第一活性材料层和第二活性材料层，其中，第一活性材料层包括硅基颗粒，由于硅基颗粒的理论克容量较高，使得负极极片的可逆克容量较高，而且，含有碳基颗粒的第二活性材料层的倍率和循环性能优于含有硅基颗粒的第一活性材料层，第二活性材料层通过第一通孔与负极集流体直接接触，可以有效发挥第二活性材料层的倍率和循环性能的优势，从而缓解添加相对含量高、且具有高粘接的第一粘结剂的第一活性材料层的导致电性能降低的缺陷。

表 1 的性能测试结果表明，实施例 2、8 至 11 和对比例 2 相比，在第一活性层材料层厚度不变的情况下，负极极片采用纯硅体系，克容量虽然更高，但是循环寿命明显降低、内阻变大，随着第一活性材料层硅在负极集流体的覆盖面积减少，即第二活性材料层硅与负极集流体接触面积增大，电池内阻逐渐减少，即有效降低了电化学装置的阻抗，从而提高了电化学装置的循环寿命；实施例 2、8 至 11 和对比例 3 相比，含硅体系在克容量上具备优势。因此采用本申请的负极极片制成的锂离子电池可维持在循环寿命和克容量处于平衡状态。

实施例 2 和对比例 1 相比，对比例 1 没有第一通孔，采用申请负极极片制备的锂离子电池的循环寿命更高，内阻更低。

实施例 2 和实施例 12 相比，提高第一活性材料层与负极集流体的粘接力，锂离子电池的循环寿命更长。第一活性材料层的粘接力越高，有利于束缚充放电过程中硅的膨胀，而第一活性材料层膨胀后导致负极粉化掉料，第一活性材料层与负极集流体之间的粘结性变差，负极表面 SEI 重复破坏和生长，消耗大量电解液，生成越来越多的副反应，最终导致循环性能直线下降。

进一步参见实施例 1 至 7 可知，通过控制第一活性材料层的厚度、预留一定的未涂覆区域（也即第一通孔）涂覆第二活性材料层，第一活性材料层越厚，电化学装置的内阻越大，电池循环性能会逐渐降低，为了平衡循环性能和负极活性层克容量，因此在第一活性材料层硅在负极集流体的覆盖面一定的情况下，控制第一活性材料层的厚度在一定范围内，可以兼顾负极活性材料层克容量和循环性能，优选 3~5 μm 。参见对比例 1、实施例 2 和 13 至 17，负极集流体设有第二通孔，第二通孔为外侧的第二活性材料层提供额外的电流通道，相比于对比例 1，电化学装置的内阻较小，降低了电化学装置的阻抗，消除了第一活性材料层的电性能差，实施例 2 和实施例 13 相比，由于第二通孔，进一步降低了电化学装置的阻抗，一定程度上能够调节第二活性材料层和整体电化学装置的阻抗和循环性能。

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. 一种负极极片，包括：

负极集流体；以及

5 负极活性材料层，所述负极活性材料层包括第一活性材料层和第二活性材料层，所述第一活性材料层设置于所述负极集流体的表面上，且所述第一活性材料层包括沿所述负极集流体的厚度方向贯穿所述第一活性材料层的多个间隔设置的第一通孔，所述第二活性材料层设置于所述第一活性材料层的表面，且至少部分穿过所述第一通孔与所述负极集流体的表面接触，其中，

10 所述第一活性材料层包括硅基颗粒；
所述第二活性材料层包括碳基颗粒。

2. 根据权利要求 1 所述的负极极片，其中，

所述第二活性材料层包括基层和连接于所述基层且相对于所述基层凸出的延伸部，所述基层设置于所述第一活性材料层的背离所述负极集流体的表面上，所述延伸部设置于所述
15 第一通孔内并延伸至所述负极集流体的表面上。

3. 根据权利要求 2 所述的负极极片，其中，

所述负极集流体包括沿所述负极集流体的厚度方向贯穿所述负极集流体的多个间隔设置的第二通孔，所述第二通孔与所述第一通孔连通，所述延伸部延伸至所述第二通孔内。

4. 根据权利要求 1 或 3 所述的负极极片，其中，

20 各个所述第一通孔和所述第二通孔的开口形状分别独立选自长方形、正方形、圆形、椭圆形、菱形、锥形、条形或三角形。

5. 根据权利要求 1 所述的负极极片，其中，

所述第一活性材料层覆盖所述负极集流体的面积 S_1 与所述负极集流体的面积 S_0 满足 $60\% \leq S_1/S_0 \leq 90\%$ 。

25 6. 根据权利要求 5 所述的负极极片，其中，

所述第一活性材料层覆盖所述负极集流体的面积 S_1 与所述负极集流体的面积 S_0 满足 $70\% \leq S_1/S_0 \leq 80\%$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的负极极片，其中，

所述硅基颗粒选自单质硅、硅合金、硅碳复合材料和硅氧化物材料中的一种或几种。

30 8. 根据权利要求 1 所述的负极极片，其中，

所述碳基颗粒选自人造石墨、天然石墨、软碳、硬碳和中间相碳微球中的一种或几种。

9. 根据权利要求 1 所述的负极极片，其中，

所述负极极片满足下述（1）至（4）中的一个或几个：

35 （1）所述第一活性材料层还包括第一粘结剂，所述第一粘结剂选自聚丙烯类、聚丙烯酸酯类、丙烯腈多元共聚物和羧甲基纤维素盐中的一种或几种，可选地，所述第一粘结剂选自丙烯酸腈、丙烯酸盐、丙烯酰胺和丙烯酸酯中的一种或几种单体的聚合物；

- (2) 所述第一活性材料层的厚度为 $3\mu\text{m}$ 至 $12\mu\text{m}$;
- (3) 所述第一活性材料层与所述负极集流体的粘结力大于等于 300N/m ;
- (4) 所述第一活性材料层与所述第二活性材料层的单面单位面积容量比为 $1:(1\sim4)$ 。

10. 根据权利要求 1 所述的负极极片, 其中, 所述第一活性材料层的厚度为 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 。

5 11. 一种负极极片的制备方法, 包括:

提供至少包含硅基颗粒的第一活性浆料, 由所述第一活性浆料在负极集流体上形成第一活性材料层, 获得复合体, 其中, 所述第一活性材料层包括沿所述负极集流体的厚度方向贯穿所述第一活性材料层的多个间隔设置的第一通孔;

10 提供至少包含碳基颗粒的第二活性浆料, 由所述第二活性浆料在所述复合体上形成第二活性材料层, 获得负极极片, 其中, 所述第二活性材料层至少设置于所述负极集流体的表面上。

12. 根据权利要求 11 所述的负极极片的制备方法, 其中,
所述负极集流体设有多个间隔设置的第二通孔, 所述第二通孔的制备方法包括:
对所述负极集流体进行造孔, 以获得具有所述第二通孔的所述负极集流体。

15 13. 根据权利要求 11 所述的负极极片的制备方法, 其中,
所述负极集流体设有多个间隔设置的第二通孔, 所述第二通孔的制备方法包括:
对所述复合体进行造孔, 以获得具有所述第二通孔的所述负极集流体, 且在所述第一活性材料层上形成所述第一通孔。

20 14. 一种电化学装置, 包括权利要求 1 至 10 中任一项所述的负极极片或通过权利要求 11 至 13 中任一项所述的制备方法制得的负极极片。

15. 一种用电装置, 包括权利要求 14 所述的电化学装置。

1/4

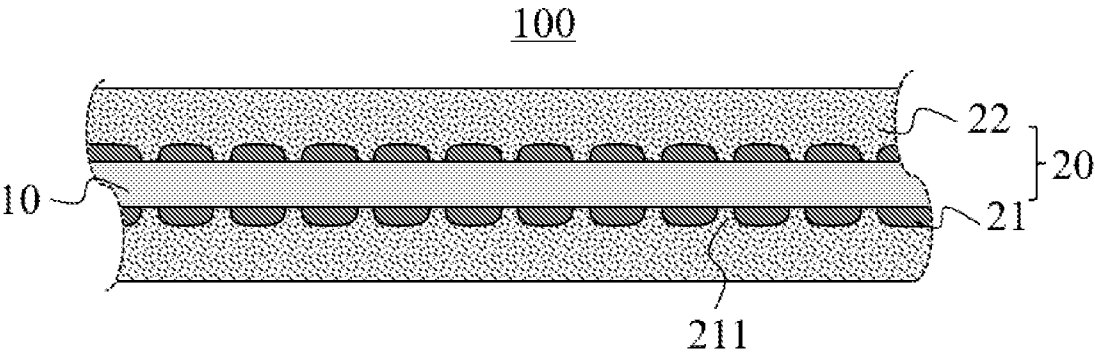


图 1

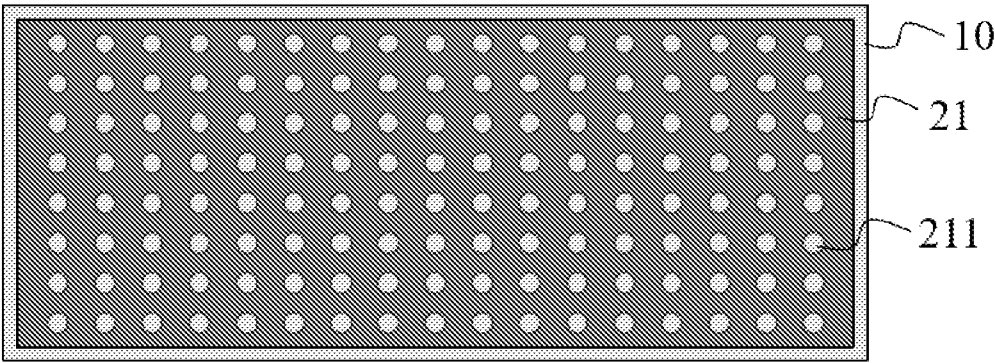


图 2

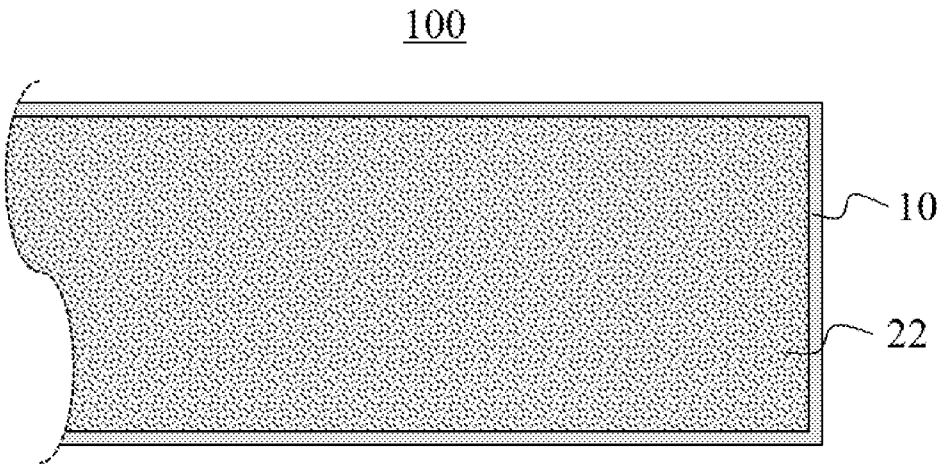


图 3

2/4

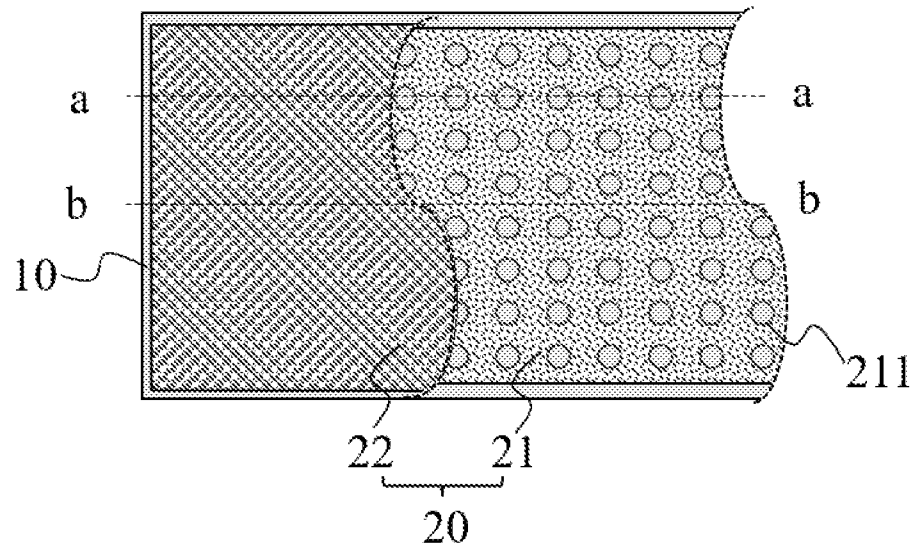
100

图 4

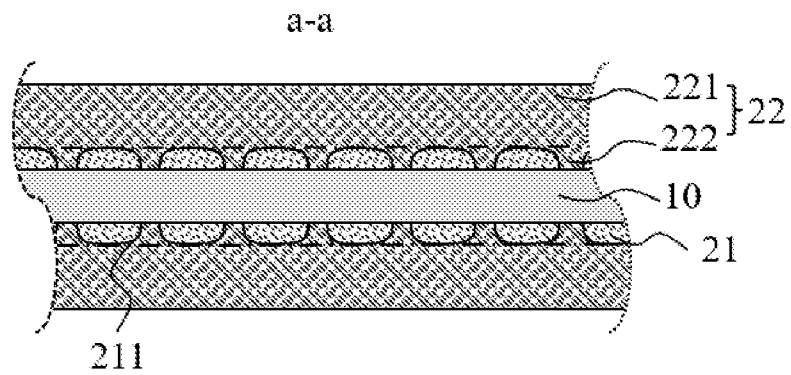


图 5

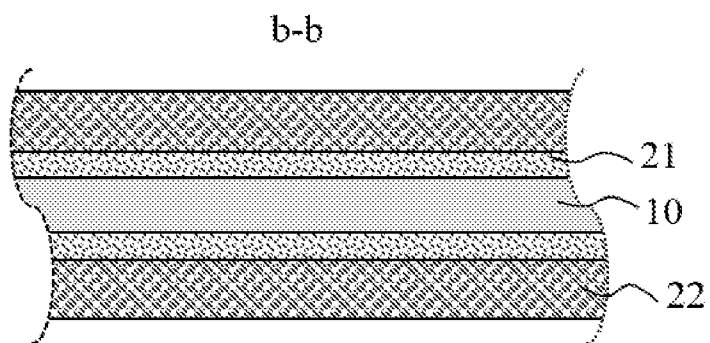


图 6

3/4

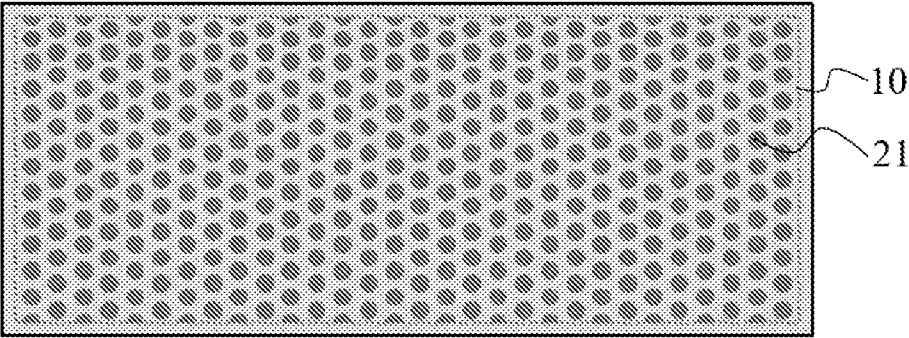


图 7

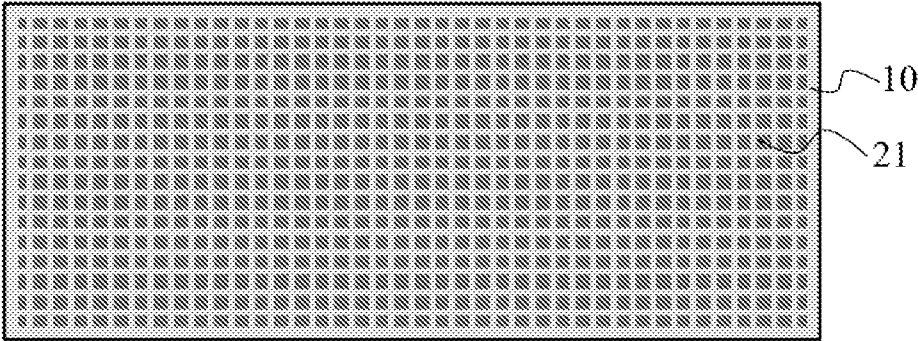


图 8

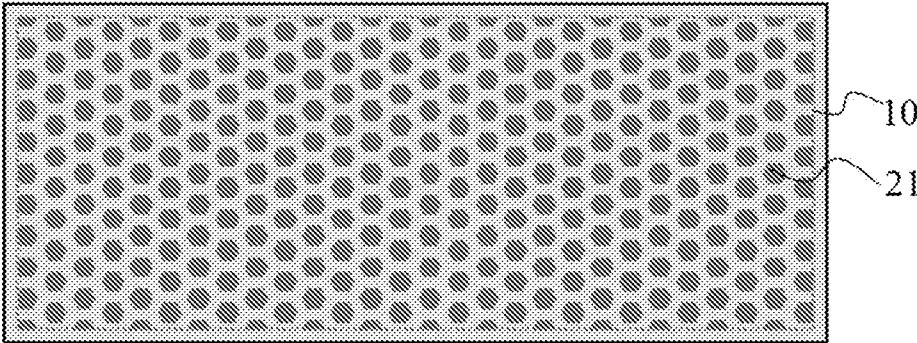


图 9

4/4

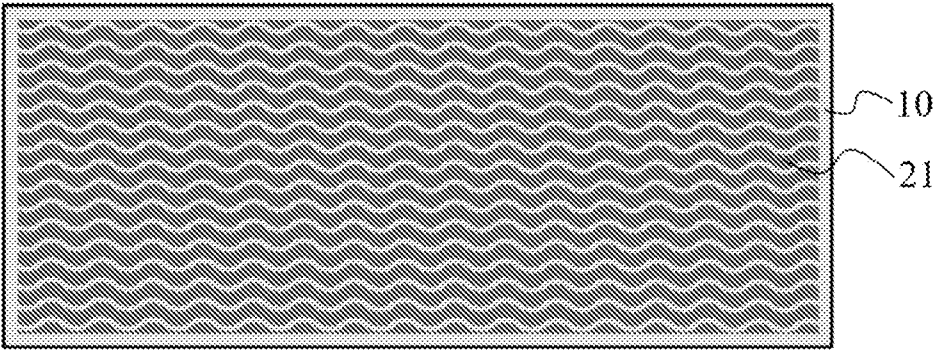


图 10

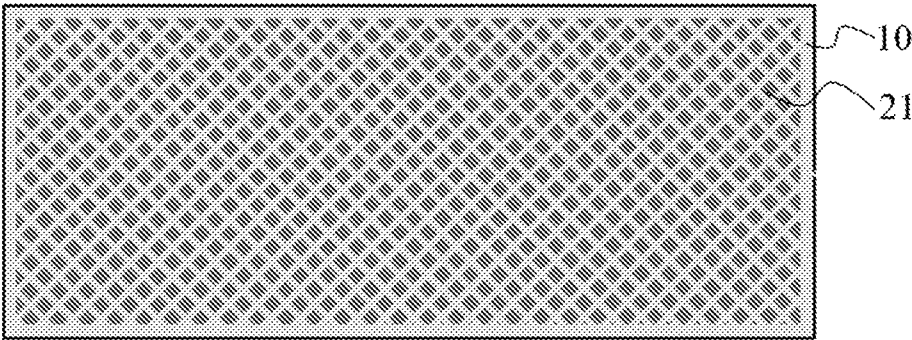


图 11

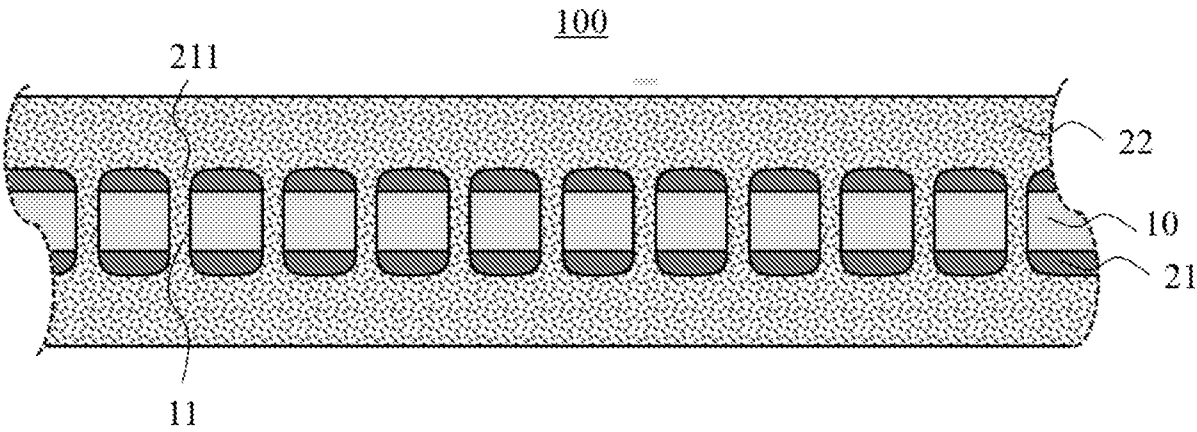


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/128962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M4/1393(2010.01)i; H01M4/1395(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)

CNABS, CNTXT, ENTXT, VEN, CNKI: 负极, 极片, 活性材料层, 第一, 第二, 通孔, 集流体, 硅, 碳, negative electrode, electrode plate, active material layer, first, second, through hole, silicon, carbon

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109088050 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 25 December 2018 (2018-12-25) description, paragraphs 5-79 and 144, and figures 1-10	1-15
Y	CN 102820451 A (SHENZHEN OCEANSUN BATTERY CO., LTD.) 12 December 2012 (2012-12-12) description, paragraphs 3-31, and figure 1	1-15
Y	CN 108682785 A (SOUND GROUP CO., LTD. et al.) 19 October 2018 (2018-10-19) description, paragraphs 5-66, and figure 1	1-15
A	CN 109494374 A (SOUNDON NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 March 2019 (2019-03-19) entire document	1-15
A	JP 2010212092 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 24 September 2010 (2010-09-24) entire document	1-15
A	JP 2011029075 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 10 February 2011 (2011-02-10) entire document	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 July 2023

Date of mailing of the international search report

18 July 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/128962

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109088050	A	25 December 2018	US	2019393513	A1	26 December 2019
				CN	109088050	B	02 February 2021
CN	102820451	A	12 December 2012	None			
CN	108682785	A	19 October 2018	CN	108682785	B	06 April 2021
CN	109494374	A	19 March 2019	None			
JP	2010212092	A	24 September 2010	JP	5428407	B2	26 February 2014
JP	2011029075	A	10 February 2011	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/128962

A. 主题的分类

H01M4/1393 (2010.01) i; H01M4/1395 (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))

CNABS, CNTXT, ENTXT, VEN, CNKI: 负极, 极片, 活性材料层, 第一, 第二, 通孔, 集流体, 硅, 碳, negative electrode, electrode plate, active material layer, first, second, through hole, silicon, carbon

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 109088050 A (宁德新能源科技有限公司) 2018年12月25日 (2018 - 12 - 25) 说明书第5-79、144段, 图1-10	1-15
Y	CN 102820451 A (深圳市海太阳实业有限公司) 2012年12月12日 (2012 - 12 - 12) 说明书第3-31段, 图1	1-15
Y	CN 108682785 A (桑德集团有限公司 等) 2018年10月19日 (2018 - 10 - 19) 说明书第5-66段, 图1	1-15
A	CN 109494374 A (桑顿新能源科技有限公司) 2019年3月19日 (2019 - 03 - 19) 全文	1-15
A	JP 2010212092 A (NISSAN MOTOR) 2010年9月24日 (2010 - 09 - 24) 全文	1-15
A	JP 2011029075 A (NISSAN MOTOR) 2011年2月10日 (2011 - 02 - 10) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2023年7月17日

国际检索报告邮寄日期

2023年7月18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

张闵

电话号码 (+86) 020-28950420

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/128962

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	109088050	A	2018年12月25日	US	2019393513	A1	2019年12月26日
				CN	109088050	B	2021年2月2日
CN	102820451	A	2012年12月12日	无			
CN	108682785	A	2018年10月19日	CN	108682785	B	2021年4月6日
CN	109494374	A	2019年3月19日	无			
JP	2010212092	A	2010年9月24日	JP	5428407	B2	2014年2月26日
JP	2011029075	A	2011年2月10日	无			