

(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 9 月 26 日 (26.09.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/192592 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 50/449 (2021.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/082335

(22) 国际申请日: 2023 年 3 月 17 日 (17.03.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

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

(72) 发明人: 王兆光 (**WANG, Zhaoguang**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。杨建瑞 (**YANG, Jianrui**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。欧阳楚英 (**OUYANG, Chuying**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。孙成栋 (**SUN, Chengdong**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。黄思应 (**HUANG, Siying**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。穆雪颖 (**MU, Xueying**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。韩崇旺 (**HAN, Chongwang**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。王耀辉

(**WANG, Yaohui**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市威世博知识产权代理事务所 (普通合伙) (**CHINA WISPRO INTELLECTUAL PROPERTY LLP**); 中国广东省深圳市南山区高新区粤兴三道8号中国地质大学产学研基地中地大楼A209, Guangdong 518057 (CN)。

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

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

(54) **Title:** SEPARATOR, SECONDARY BATTERY, AND ELECTRICAL DEVICE

(54) 发明名称: 隔离膜、二次电池和用电装置

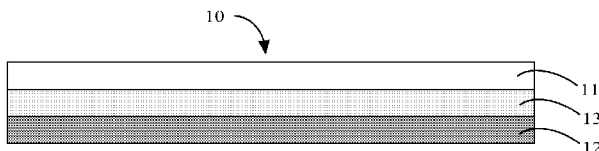


图 2

(57) **Abstract:** The present application provides a separator, comprising: a first porous base membrane and a second porous base membrane, wherein the melting point of the first porous base membrane is higher than that of the second porous base membrane, and in a cross section along a thickness direction of the separator, the average pore area of the first porous base membrane is greater than that of the second porous base membrane. The separator has air permeability and mechanical strength, thereby improving the reliability and cycle performance of the separator.

(57) 摘要: 本申请提供一种隔离膜, 其包括: 第一多孔基膜和第二多孔基膜, 第一多孔基膜的熔点高于第二多孔基膜的熔点; 在沿隔离膜厚度方向的截面中, 第一多孔基膜的平均孔面积大于第二多孔基膜的平均孔面积。可以使隔离膜兼具透气性和机械强度, 从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。

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))。

隔离膜、二次电池和用电装置

技术领域

本申请属于二次电池技术领域，具体涉及一种隔离膜、二次电池和用电装置。

5 背景技术

二次电池因具有重量轻、无污染、无记忆效应突出特点，被广泛应用于各类消费类电子产品和电动车辆中。

随着新能源行业的不断发展，用户对二次电池提出了更高的使用需求。

因此，如何使二次电池具有更好的循环性是目前亟待解决的问题。

10

发明内容

鉴于背景技术中存在的技术问题，本申请提供一种隔离膜，旨在提高二次电池的循环性。

为了实现上述目的，本申请的第一方面提供一种隔离膜，其包括：第一多孔基膜和第二多孔基膜；第一多孔基膜的熔点高于第二多孔基膜的熔点；在沿隔离膜厚度方向的截面中，第一多孔基膜的平均孔面积大于第二多孔基膜的平均孔面积。

15

相对于现有技术，本申请至少包括如下的有益效果：

本申请特定结构的隔离膜不仅可以改善耐热性能，还可以改善透气性，当两个基膜采用本申请特定的平均孔面积设计方案时，有效降低由隔离膜制备工艺中的物理层压造成的孔隙堵塞，从而改善隔离膜的透气性能，保持离子传输的连续性及有效性，同时还可以使隔离膜兼顾较好的穿刺性能，使得二者能达到最优平衡，从而改善电池的循环性能。

20

在本申请任意实施方式中，第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.05-10，可选为 1.5-3.5。

当第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.05-10 时，可以使隔离膜拥有更好的透气性，有利于锂离子的透过，第二多孔基膜的平均孔面积相对于第一多孔基膜的平均孔面积相对较小，平均孔面积相对越小，则第二多孔基膜的纤维丝占据基膜的空间结构越多，基膜的强度越大，越能抵抗锂枝晶，因此，可以使隔离膜兼具透气性和机械强度，从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.5-3.5 时，可以进一步改善隔离膜的透气性和机械强度，从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

25

在本申请任意实施方式中，第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.5\mu\text{m}^2$ ，可选为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.3\mu\text{m}^2$ ；和/或，第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$ ，可选为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.25\mu\text{m}^2$ 。

当第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.5\mu\text{m}^2$ ，和/或，第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$ 时，因为第一多孔基膜和第二多孔基膜的平均孔面积不同，可以使隔离膜兼具透气性和机械强度，从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.3\mu\text{m}^2$ ，和/或，第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.25\mu\text{m}^2$ 时，可以进一步改善隔离膜的透气性和机械强度，从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

30

35

在本申请任意实施方式中，第一多孔基膜的平均孔径大于第二多孔基膜的平均孔径；可选地，第一多孔基膜的平均孔径为 100nm-2000nm，更可选为 100nm-350nm；可选地，第二多孔基膜的平均孔径为 100nm-2000nm，更可选为 100nm-300nm。

当第一多孔基膜的平均孔径大于第二多孔基膜的平均孔径，第一多孔基膜的平均孔径为

40

100nm-2000nm, 和/或, 第二多孔基膜的平均孔径为 100nm-2000nm 时, 因为两者的平均孔径不同, 平均孔径越小, 平均孔面积占据的空间越小, 基膜的纤维丝占用的空间越大, 基膜的机械强度越强; 相反, 基膜的纤维丝占用的空间越小隔离膜, 隔离膜的平均孔面积越大, 透气性越好。因此, 可以使隔离膜兼具透气性和机械强度, 从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的平均孔径为 100nm-350nm, 和/或, 第二多孔基膜的平均孔径为 100nm-300nm 时, 可以进一步改善隔离膜的透气性和机械强度, 从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

在本申请任意实施方式中, 第一多孔基膜的孔隙率大于第二多孔基膜的孔隙率; 可选地, 第一多孔基膜的孔隙率为 30%-80%, 更可选为 35%-60%; 和/或, 第二多孔基膜的孔隙率为 30%-70%, 更可选为 35%-50%。

当第一多孔基膜的孔隙率大于第二多孔基膜的孔隙率, 第一多孔基膜的孔隙率为 30%-80%, 和/或, 第二多孔基膜的孔隙率为 30%-70%时, 两个基膜的孔隙率不同, 表示单位面积内孔洞结构占据的比例不同, 即平均孔面积大小不同, 平均孔面积大的多孔基膜透气性好, 平均孔面积小的基膜机械强度好, 两者复合可以使隔离膜兼具透气性和机械强度, 从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的孔隙率为 35%-60%, 和/或, 第二多孔基膜的孔隙率为 35%-50% 时, 可以进一步改善隔离膜的透气性和机械强度, 从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

在本申请任意实施方式中, 隔离膜还包括多孔涂层, 多孔涂层设置在第一多孔基膜和第二多孔基膜之间, 多孔涂层包括粘结剂; 可选地, 多孔涂层包括粘结剂和填充物。当隔离膜还包括多孔涂层, 多孔涂层包括粘结剂和填充物时, 能改善隔离膜的耐热性, 提高二次电池的可靠性。

在本申请任意实施方式中, 粘结剂包括聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-三氯乙烯共聚物、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙酸乙烯酯、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、聚环氧乙烷、聚芳酯、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、再生纤维素、乙酸纤维素、乙酸丙酸纤维素、乙酸丁酸纤维素、聚丙烯腈、聚乙烯醇、聚乙烯、聚丙烯、淀粉、氰基乙基支链淀粉中的一种或几种。当第一多孔基膜和第二多孔基膜之间设置有多孔涂层, 且多孔涂层中的粘结剂包括以上组分时, 能够提高二次电池的可靠性。

在本申请任意实施方式中, 填充物包括无机颗粒、有机颗粒、有机-金属框架材料中的至少一种。当第一多孔基膜和第二多孔基膜之间设置有多孔涂层, 且多孔涂层中的填充物包括上述无机颗粒、有机颗粒、有机-金属框架材料中的至少一种时, 多孔涂层中的填充物可以使隔离膜的耐热性和机械强度得到进一步的改善, 从而可以提高二次电池的可靠性。

在本申请任意实施方式中, 隔离膜满足下述 (1) - (2) 中的至少一项: (1) 隔离膜的孔隙率为 30%-70%, 可选为 35%-55%; (2) 隔离膜的透气度为 250s/100cc-400s/100cc, 可选为 250s/100cc-320s/100cc。

当隔离膜在上述特征中至少一项满足所给的范围时, 可使得隔离膜兼具良好的耐热性能、透气性和机械强度, 从而可以提高二次电池的可靠性和循环性能。

本申请的第二方面提供一种二次电池, 包括以上任一方案的隔离膜。当二次电池采用所给的隔离膜时, 平均孔面积大的第一多孔基膜朝向正电极片, 从而平均孔面积小的第二多孔基膜朝向负电极片, 因为第二多孔基膜有较好的机械强度, 可发挥其优异的物理性能, 不易被负极产生的锂枝晶刺破, 可提高二次电池的可靠性。

在本申请任意实施方式中, 二次电池包括正电极片、负电极片和以上任一方案的隔离膜, 隔离膜设置在正电极片和负电极片之间, 隔离膜的第二多孔基膜朝向负电极片。当二次电池采用所给的隔离膜时, 平均孔面积大的第二多孔基膜朝向负电极片, 因为第二多孔基膜有较好的机械

强度，可发挥其优异的物理性能，不易被负极产生的锂枝晶刺破，可提高二次电池的可靠性。

本申请的第三方面提供一种用电装置，其包括本申请第二方面的二次电池。当用电装置的二次电池采用所给的隔离膜时，可提高用电装置的可靠性。

由于本申请的装置包括本申请提供的二次电池，因而至少具有与二次电池相同的优势。

5

附图说明

为了更清楚地说明本申请的技术方案，下面将对本申请中所使用的附图作简单介绍。显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施方式，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据附图获得其他的附图。

10 图 1 是本申请隔离膜的一实施方式的结构示意图。

图 2 是本申请隔离膜的另一实施方式的结构示意图。

图 3 是二次电池的一实施方式的示意图。

图 4 是图 3 的分解图。

图 5 是电池模块的一实施方式的示意图。

15 图 6 是电池包的一实施方式的示意图。

图 7 是图 6 的分解图。

图 8 是二次电池用作电源的装置的一实施方式的示意图。

具体实施方式

20 下面结合具体实施方式，进一步阐述本申请。应理解，这些具体实施方式仅用于说明本申请而不适用于限制本申请的范围。

为了简明，本文仅具体地公开了一些数值范围。然而，任意下限可以与任意上限组合形成未明确记载的范围；以及任意下限可以与其它下限组合形成未明确记载的范围，同样任意上限可以与任意其它上限组合形成未明确记载的范围。此外，每个单独公开的点或单个数值自身可以作为下限或
25 上限与任意其它点或单个数值组合或与其它下限或上限组合形成未明确记载的范围。

在本文的描述中，除非另有说明，术语“或（or）”是包括性的。也就是说，短语“A 或（or）B”表示“A，B，或 A 和 B 两者”。更具体地，以下任一条件均满足条件“A 或 B”：A 为真（或存在）并且 B 为假（或不存在）；A 为假（或不存在）而 B 为真（或存在）；或 A 和 B 都为真（或存在）。

30 在本文的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“以上”、“以下”为包括本数，“一种或几种”中“几种”的含义是两种及两种以上。

除非另有说明，本申请中使用的术语具有本领域技术人员通常所理解的公知含义。除非另有说明，本申请中提到的各参数的数值可以用本领域常用的各种测量方法进行测量（例如，可以按照在本申请的实施例给出的方法进行测试）。

二次电池

35 二次电池，是指在电池放电后可通过充电的方式使活性材料激活而继续使用的电池。

通常情况下，二次电池包括正极极片、负极极片、隔离膜及电解质。在电池充放电过程中，活性离子在正极极片和负极极片之间往返嵌入和脱出。隔离膜设置在正极极片和负极极片之间，起到隔离的作用。电解质在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。

[隔离膜]

40 参阅图 1，本申请实施例提供一种隔离膜 10，包括：第一多孔基膜 11 和第二多孔基膜 12，

第一多孔基膜 11 的熔点高于所述第二多孔基膜 12 的熔点, 在沿隔离膜厚度方向的截面中, 第一多孔基膜 11 的平均孔面积大于第二多孔基膜 12 的平均孔面积。

本申请中, 多孔基膜的平均孔面积是指沿隔离膜厚度方向的截面中, 多孔基膜的总孔面积与多孔基膜中的孔数量的比值。

不希望限于任何理论, 发明人经大量研究发现, 本申请特定结构的隔离膜不仅可以改善耐热性能, 还可以改善透气性, 当两个基膜采用本申请特定的平均孔面积设计方案时, 有效降低由隔离膜制备工艺中的物理层压造成的孔隙堵塞, 从而改善隔离膜的透气性能, 保持离子传输的连续性及其有效性, 同时还可以使隔离膜兼顾较好的穿刺性能, 使得二者能达到最优平衡, 从而改善电池的循环性能。

本发明人经深入研究发现, 当本申请的隔离膜在满足上述条件的基础上, 若更可选地满足下述条件中的一个或几个时, 可以进一步改善二次电池的性能。

对第一多孔基膜和第二多孔基膜的材质没有特别的限制, 可以选用任意公知的具有良好的化学稳定性和机械稳定性的基膜。隔离膜的第一多孔基膜、第二多孔基膜的材料相同或不同。在一些实施方式中, 第一多孔基膜和第二多孔基膜可以选自聚烯烃、聚醚、聚醚醚酮、对苯二甲酸乙二醇酯、聚酰亚胺、聚四氟乙烯、聚偏四氟乙烯、聚乙烯醇、玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的一种或几种。

第一多孔基膜和第二多孔基膜的熔点可以采用本领域已知的设备和方法进行测试。例如, 可采用差示扫描量热法进行测定。具体可参考标准 GB/T 19466.3-2004。作为示例, 可按照如下方法进行测定: 取 4-6mg 待测样品, 置于差示扫描量热仪的样品室, 温度从 25°C 升温至 400°C, 升温速率为 10°C/min, 得到样品的熔融吸热曲线, 曲线峰值对应的温度为样品的熔点。

在本申请任意实施方式中, 第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.05-10, 例如, 可以为 1.05, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2, 2.3, 2.55, 3, 3.1, 3.3, 3.5, 3.7, 4, 4.5, 5, 5.3, 6, 7, 8, 8.5, 9, 9.5, 10 或是上述任意两个数值组成的范围。例如, 可以为 1.05-2.5, 1.05-3.5, 3-6, 4-7, 5-9, 1.05-10, 7-10, 8-10, 9-10 等。在一些实施例, 第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.05-10。可选地, 第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.5-3.5, 例如, 可以为 1.5, 1.7, 1.9, 2, 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 3, 3.1, 3.3, 3.5 或是上述任意两个数值组成的范围。例如, 可以为 1.5-2.5, 1.5-3.3, 2-3, 2.5-3.5 等。

当第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.05-10 时, 可以使隔离膜拥有更好的透气性, 有利于锂离子的透过, 第二多孔基膜的平均孔面积相对于第一多孔基膜的平均孔面积相对较小, 平均孔面积相对越小, 则第二多孔基膜的纤维丝占据基膜的空间结构越多, 基膜的强度越大, 越能抵抗锂枝晶, 因此, 可以使隔离膜兼具透气性和机械强度, 从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的平均孔面积与第二多孔基膜的平均孔面积之比为 1.5-3.5 时, 可以进一步改善隔离膜的透气性和机械强度, 从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

在本申请任意实施方式中, 第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.5\mu\text{m}^2$, 例如, 可以为 $0.0001\mu\text{m}^2$, $0.0005\mu\text{m}^2$, $0.001\mu\text{m}^2$, $0.005\mu\text{m}^2$, $0.01\mu\text{m}^2$, $0.05\mu\text{m}^2$, $0.1\mu\text{m}^2$, $0.2\mu\text{m}^2$, $0.3\mu\text{m}^2$, $0.4\mu\text{m}^2$, $0.5\mu\text{m}^2$ 或是上述任意两个数值组成的范围。例如, 可以为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.01\mu\text{m}^2$, $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.3\mu\text{m}^2$, $0.05\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$, $0.1\mu\text{m}^2$ - $0.5\mu\text{m}^2$ 等。在一些实施例, 第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.3\mu\text{m}^2$ 。第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$, 例如, 可以为 $0.0001\mu\text{m}^2$, $0.0005\mu\text{m}^2$, $0.001\mu\text{m}^2$, $0.005\mu\text{m}^2$, $0.01\mu\text{m}^2$, $0.05\mu\text{m}^2$, $0.1\mu\text{m}^2$, $0.2\mu\text{m}^2$, $0.25\mu\text{m}^2$, $0.3\mu\text{m}^2$, $0.4\mu\text{m}^2$ 或是上述任意两个数值组成的范围。例如, 可以为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.01\mu\text{m}^2$, $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.25\mu\text{m}^2$, $0.05\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$, $0.1\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$

等。在一些实施例中，第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.25\mu\text{m}^2$ 。

当第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.5\mu\text{m}^2$ ，和/或，第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$ 时，因为第一多孔基膜和第二多孔基膜的平均孔面积不同，可以使隔离膜兼具耐热性、透气性和机械强度，从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.3\mu\text{m}^2$ ，和/或，第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.25\mu\text{m}^2$ 时，可以进一步改善隔离膜的耐热性、透气性和机械强度，从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

在本申请中，隔离膜的截面图像为沿隔离膜的厚度方向的图像。可以从隔离膜中任选一区域裁切出一定尺寸（例如 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ ）的待测隔离膜样品，通过离子束抛光仪（例如日立 Arblade 5000）在冷冻条件下（例如 -80°C ）切割获得隔离膜横截面；参考 JY/T010-1996，使用扫描电子显微镜（例如德国 ZEISS 公司的 Sigma 300 型扫描电子显微镜）扫描获得隔离膜截面的 SEM 图（放大倍数可为 1000 倍至 30000 倍）；使用图像处理检测系统（例如易鸿隔离膜检测系统 2022-0408）利用多段二值化方法获取多孔基膜的平均孔面积。

在使用离子束抛光仪进行切割时，可以将测试样品用铜箔或铝箔包裹后进行切割处理。在获得隔离膜截面的 SEM 图时，可以对测试样品进行喷金处理。

使用图像处理检测系统，可以分别获得隔离膜的第一多孔基膜和第二多孔基膜的孔面积数据，然后通过 Minitab 软件，分别获得隔离膜的第一多孔基膜和第二多孔基膜的平均孔面积。其中，隔离膜的第一多孔基膜的总孔面积与第一多孔基膜中的孔数量的比值即为第一多孔基膜的平均孔面积，隔离膜的第二多孔基膜的总孔面积与第二多孔基膜中的孔数量的比值即为第二多孔基膜的平均孔面积。

在本申请任意实施方式中，第一多孔基膜的平均孔径大于第二多孔基膜的平均孔径，第一多孔基膜的平均孔径为 100nm - 2000nm ，例如，可以为 100nm ， 200nm ， 250nm ， 300nm ， 350nm ， 500nm ， 700nm ， 900nm ， 1000nm ， 1250nm ， 1500nm ， 1700nm ， 1800nm ， 1900nm ， 2000nm 或是上述任意两个数值组成的范围。例如，可以为 100nm - 350nm ， 200nm - 900nm ， 300nm - 1000nm ， 500nm - 1500nm ， 1000nm - 1800nm ， 1250nm - 2000nm 等。在一些实施例中，第一多孔基膜的平均孔径为 100nm - 350nm 。第二多孔基膜的平均孔径为 100nm - 2000nm ，例如，可以为 100nm ， 200nm ， 220nm ， 250nm ， 300nm ， 350nm ， 500nm ， 550nm ， 700nm ， 900nm ， 1000nm ， 1250nm ， 1500nm ， 1700nm ， 1800nm ， 1900nm ， 2000nm 或是上述任意两个数值组成的范围。例如，可以为 100nm - 350nm ， 250nm - 700nm ， 300nm - 1000nm ， 500nm - 1000nm ， 1000nm - 1800nm ， 1250nm - 2000nm 等。在一些实施例中，第一多孔基膜的平均孔径为 100nm - 300nm 。

当第一多孔基膜的平均孔径大于第二多孔基膜的平均孔径，第一多孔基膜的平均孔径为 100nm - 2000nm ，和/或，第二多孔基膜的平均孔径为 100nm - 2000nm 时，因为两者的平均孔径不同，平均孔径越小，平均孔面积占据的空间越小，基膜的纤维丝占用的空间越大，基膜的机械强度越强；相反，基膜的纤维丝占用的空间越小，隔离膜的平均孔面积越大，透气性越好。因此，可以使隔离膜兼具透气性和机械强度，从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的平均孔径为 100nm - 350nm ，和/或，第二多孔基膜的平均孔径为 100nm - 300nm 时，可以进一步改善隔离膜的透气性和机械强度，从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

根据一些实施例，平均孔径为本领域公知的含义，可以采用本领域已知的方法测试。例如，可以采用压汞仪，参考 GB/T 21650.1-2008 进行测试。

在本申请任意实施方式中，第一多孔基膜的孔隙率大于第二多孔基膜的孔隙率，可选地，第一多孔基膜的孔隙率为 30% - 80% ，例如，可以为 30% ， 35% ， 38% ， 40% ， 50% ， 55% ， 60% ， 70% ，

75%、80%或是上述任意两个数值组成的范围。例如,可以为 30%-40%、35%-60%、50%-70%、75%-80%等。在一些实施例中,第一多孔基膜的孔隙率为 35%-60%。第二多孔基膜的孔隙率为 30%-70%,例如,可以为 30%、35%、40%、45%、50%、60%、65%、70%或是上述任意两个数值组成的范围。例如,可以为 30%-40%、35%-50%、50%-60%、65%-70%等。在一些实施例中,第二多孔基膜的孔隙率为 35%-50%。

当第一多孔基膜的孔隙率为 30%-80%,和/或,第二多孔基膜的孔隙率为 30%-70%时,两个基膜的孔隙率不同,表示单位面积内孔洞结构占据的比例不同,即平均孔面积大小不同,平均孔面积大的多孔基膜透气性好,平均孔面积小的基膜机械强度高,两者复合可以使隔离膜兼具透气性和机械强度,从而提高隔离膜的可靠性和循环性能。当第一多孔基膜的孔隙率为 35%-60%,和/或,第二多孔基膜的孔隙率为 35%-50%时,可以进一步改善隔离膜的透气性和机械强度,从而进一步提高隔离膜的可靠性和循环性能。

根据一些实施例,孔隙率为本领域公知的含义,可以采用本领域已知的方法测试。例如,可以采用压汞仪,参考 GB/T 21650.1-2008 进行测试。

参阅图 2,在本申请任意实施方式中,第一多孔基膜 11 和第二多孔基膜 12 之间还可以设置有多孔涂层 13,多孔涂层 13 设置在第一多孔基膜 11 和第二多孔基膜 12 之间。多孔涂层 13 包括粘结剂。可选地,多孔涂层 13 可以包括粘结剂和填充物。当第一多孔基膜和第二多孔基膜之间设置有多孔涂层 13 时,多孔涂层 13 包括粘结剂和填充物时,不仅能削弱过热压复合过程中的工艺缺陷,同时,能够进一步改善隔离膜的耐热性和机械强度,从而提高二次电池的可靠性。

第一多孔基膜和第二多孔基膜可以直接通过热压方式复合,在热压方式复合的过程中,如果温度过高,将导致孔隙率小、透气性差;如果温度过低,将导致第一多孔基膜和第二多孔基膜粘接不牢,因此,需要调节合适的热压温度。可选地,热压温度在 20°C-50°C。

在本申请任意实施方式中,粘结剂包括聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-三氯乙烯共聚物、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙酸乙烯酯、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、聚环氧乙烷、聚芳酯、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、再生纤维素、乙酸纤维素、乙酸丙酸纤维素、乙酸丁酸纤维素、聚丙烯腈、聚乙烯醇、聚乙烯、聚丙烯、淀粉、氨基乙基支链淀粉中的一种或几种。当第一多孔基膜 11 和第二多孔基膜 12 之间设置有多孔涂层 13,且多孔涂层 13 中的粘结剂包括以上组分时,能够进一步改善隔离膜的耐热性和机械强度,从而可以提高二次电池的可靠性。在一些实施例中,可以使用羧甲基纤维素作为增稠剂来调节浆料的粘度。

在本申请任意实施方式中,填充物包括无机颗粒、有机颗粒、有机-金属框架材料中的至少一种。

可选地,所述无机颗粒包括具有 5 以上介电常数的无机颗粒、具有离子传导性但不储存离子的无机颗粒和能够发生电化学反应的无机颗粒中的一种或多种。

可选地,所述具有 5 以上介电常数的无机颗粒可包括勃姆石、氧化铝、氧化锌、氧化硅、氧化钛、氧化锆、氧化钡、氧化钙、氧化镁、氧化镍、氧化锡、氧化铈、氧化钪、氧化镱、氢氧化铝、氢氧化镁、碳化硅、碳化硼、氮化铝、氮化硅、氮化硼、氟化镁、氟化钙、氟化钡、硫酸钡、硅酸镁铝、硅酸镁锂、硅酸镁钠、膨润土、水辉石、钛酸锆、钛酸钡、 $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (简称为 PZT)、 $\text{Pb}_{1-m}\text{La}_m\text{Zr}_{1-n}\text{Ti}_n\text{O}_3$ (简称为 PLZT, $0 < m < 1$, $0 < n < 1$)、 $\text{Pb}(\text{Mg}_3\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 (简称为 PMN-PT)、及其各自的改性无机颗粒中的至少一种。可选地,各无机颗粒的改性方式可为化学改性和/或物理改性。所述化学改性方式包括偶联剂改性(例如采用硅烷偶联剂、钛酸酯偶联剂等)、表面活性剂改性、聚合物接枝改性等。所述物理改性方式可为机械力分散、超声分散、高能处理等。通过改性处理能够减少无机颗粒的团聚,由此能使粘接层具有更稳定和更均一的结构;此外,通过选择具有特

定官能团的偶联剂、表面活性剂或聚合物以改性无机颗粒，还有助于提升粘接层对电解液的浸润和保持特性、提升粘接层对第一多孔基膜、第二多孔基膜的粘结性。

可选地，所述具有离子传导性但不储存离子的无机颗粒可包括 Li_3PO_4 、磷酸钛锂 $\text{Li}_{x1}\text{Ti}_{y1}(\text{PO}_4)_3$ 、磷酸钛铝锂 $\text{Li}_{x2}\text{Al}_{y2}\text{Ti}_{z1}(\text{PO}_4)_3$ 、 $(\text{LiAlTiP})_{x3}\text{O}_{y3}$ 型玻璃、钛酸铜锂 $\text{Li}_{x4}\text{La}_{y4}\text{TiO}_3$ 、硫代磷酸锆锂 $\text{Li}_{x5}\text{Ge}_{y5}\text{P}_{z2}\text{S}_w$ 、氮化锂 $\text{Li}_{x6}\text{N}_{y6}$ 、 SiS_2 型玻璃 $\text{Li}_{x7}\text{Si}_{y7}\text{S}_{z3}$ 和 P_2S_5 型玻璃 $\text{Li}_{x8}\text{P}_{y8}\text{S}_{z4}$ 中的至少一种， $0 < x1 < 2$ ， $0 < y1 < 3$ ， $0 < x2 < 2$ ， $0 < y2 < 1$ ， $0 < z1 < 3$ ， $0 < x3 < 4$ ， $0 < y3 < 13$ ， $0 < x4 < 2$ ， $0 < y4 < 3$ ， $0 < x5 < 4$ ， $0 < y5 < 1$ ， $0 < z2 < 1$ ， $0 < w < 5$ ， $0 < x6 < 4$ ， $0 < y6 < 2$ ， $0 < x7 < 3$ ， $0 < y7 < 2$ ， $0 < z3 < 4$ ， $0 < x8 < 3$ ， $0 < y8 < 3$ ， $0 < z4 < 7$ 。由此能够进一步提升隔离膜的离子导通率。

可选地，所述能够发生电化学反应的无机颗粒可包括含锂过渡金属氧化物、含锂磷酸盐、碳基材料、硅基材料、锡基材料和锂钛化合物中的至少一种。

可选地，有机颗粒可以包括聚碳酸酯、聚噻吩、聚吡啶、聚苯乙烯、聚丙烯酸蜡、聚乙烯、聚丙烯、纤维素、纤维素改性剂（例如羧基甲基纤维素）、三聚氰胺树脂、酚醛树脂、聚酯（例如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯）、有机硅树脂、聚酰亚胺、聚酰胺酰亚胺、聚芳酰胺、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚芳醚酮、丙烯酸丁酯与甲基丙烯酸乙酯的共聚物（例如丙烯酸丁酯与甲基丙烯酸乙酯的交联聚合物）中的一种或多种。

可选地，有机-金属框架材料可以包括含氮杂环类配体构筑结构、有机羧酸类配体构筑结构、含氮氧混合类配体构筑结构中的一种或多种。

在一些实施例中，粘结剂的含量可以大于等于 10%，可选为 10%-30%，基于粘接层的总重量计。

在一些实施例中，填充物的含量可以小于等于 90%，可选为 40%-90%，60%-80%，基于粘接层的总重量计。

在一些实施例中，涂层还可以包括分散剂，例如羧甲基纤维素，由此可以调节涂层浆料的粘度，提升涂层的质量和均匀性。

在一些实施例中，分散剂的含量可以小于等于 25%，可选为小于等于 20%，基于粘接层的总重量计。

当第一多孔基膜和第二多孔基膜之间设置有多孔涂层，且多孔涂层中的填充物包括上述无机颗粒、有机颗粒、有机-金属框架材料中的至少一种时，多孔涂层中的填充物可以使隔离膜的耐热性和机械强度得到进一步的改善，从而可以提高二次电池的可靠性。

在本申请任意实施方式中，隔离膜满足下述（1）-（2）中的至少一项：（1）隔离膜的孔隙率为 30%-70%，可选为 35%-55%；（2）隔离膜的透气度为 250s/100cc-400s/100cc，可选为 250s/100cc-320s/100cc。

当隔离膜在上述特征中至少一项满足所给的范围时，可使得隔离膜兼具良好的耐热性能、透气性和机械强度，从而可以提高二次电池的可靠性和循环性能。

本申请的第二方面提供一种二次电池，包括以上任一方案的隔离膜。当二次电池采用所给的隔离膜时，平均孔面积大的第一多孔基膜朝向正电极片，从而平均孔面积小的第二多孔基膜朝向负电极片，因为第二多孔基膜有较好的机械强度，可发挥其优异的物理性能，不易被负极产生的锂枝晶刺破，可提高二次电池的可靠性。

在本申请任意实施方式中，二次电池包括正电极片、负电极片和以上任一方案的隔离膜，隔离膜设置在正电极片和负电极片之间，隔离膜的第二多孔基膜朝向负电极片。当二次电池采用

所给的隔离膜时,平均孔面积大的第二多孔基膜朝向负电极片,因为第二多孔基膜有较好的机械强度,可发挥其优异的物理性能,不易被负极产生的锂枝晶刺破,可提高二次电池的可靠性。

如果没有特别的说明,在隔离膜中所使用的各原料(例如第一多孔基膜、第二多孔基膜、粘结剂、填充物等)均可以通过市购获得。

5 [正电极片]

在二次电池中,所述正电极片通常包括正极集流体及设置在正极集流体上的正极膜层,所述正极膜层包括正极活性材料。

所述正极集流体可以采用常规金属箔片或复合集流体(可以将金属材料设置在高分子基材上形成复合集流体)。作为示例,正极集流体可以采用铝箔。

10 所述正极活性材料的具体种类不做限制,可以采用本领域已知的能够用于二次电池正极的活性材料,本领域技术人员可以根据实际需求进行选择。

作为示例,所述正极活性材料可以包括,但不限于,锂过渡金属氧化物,橄榄石结构的含锂磷酸盐及其各自的改性化合物中的一种或几种。锂过渡金属氧化物的示例可包括但不限于锂钴氧化物、锂镍氧化物、锂锰氧化物、锂镍钴氧化物、锂锰钴氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物、锂镍
15 钴铝氧化物及其改性化合物中的一种或几种。橄榄石结构的含锂磷酸盐的示例可包括但不限于磷酸铁锂、磷酸铁锂与碳的复合材料、磷酸锰锂、磷酸锰锂与碳的复合材料、磷酸锰铁锂、磷酸锰铁锂与碳的复合材料及其改性化合物中的一种或几种。这些材料均可以通过商业途径获得。

上述各材料的改性化合物可以是对材料进行掺杂改性和/或表面包覆改性。

所述正极膜层通常更可选地包括粘结剂、导电剂和其他可选助剂。

20 作为示例,导电剂可以为超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、导电炭黑(Super P, SP)、石墨烯及碳纳米纤维中一种或几种。

作为示例,粘结剂可以为丁苯橡胶(Polymerized Styrene Butadiene Rubber, SBR)、水性丙烯酸树脂(water-based acrylic resin)、聚偏二氟乙烯(Polyvinylidene Difluoride, PVDF)、聚四氟乙烯(Polytetrafluoroethylene, PTFE)、乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(Ethylene-vinyl Acetate Copolymer, EVA)、
25 聚丙烯酸(Polyacrylic Acid, PAA)、羧甲基纤维素(Carboxymethyl Cellulose, CMC)、聚乙烯醇(Polyvinyl Alcohol, Vinylalcohol Polymer, PVA)及聚乙烯醇缩丁醛(Polyvinyl Butyral, PVB)中的一种或几种。

[负电极片]

30 在二次电池中,所述负电极片通常包括负极集流体及设置在负极集流体上的负极膜层,所述负极膜层包括负极活性材料。

所述负极集流体可以采用常规金属箔片或复合集流体(例如可以将金属材料设置在高分子基材上形成复合集流体)。作为示例,负极集流体可以采用铜箔。

所述负极活性材料的具体种类不做限制,可以采用本领域已知的能够用于二次电池负极的活性材料,本领域技术人员可以根据实际需求进行选择。作为示例,所述负极活性材料可以包括,但不限于,人造石墨、天然石墨、硬碳、软碳、硅基材料和锡基材料中的一种或几种。所述硅基材料可
35 选自单质硅、硅氧化合物(例如氧化亚硅)、硅碳复合物、硅氮复合物、硅合金中的一种或几种。所述锡基材料可选自单质锡、锡氧化合物、锡合金中的一种或几种。这些材料均可以通过商业途径获得。

在一些实施方式中,为了进一步提高电池的能量密度,所述负极活性材料可以包括硅基材料。

40 所述负极膜层通常更可选地包括粘结剂、导电剂和其他可选助剂。

作为示例，导电剂可以为超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中一种或几种。

作为示例，粘结剂可以为丁苯橡胶（SBR）、水性丙烯酸树脂（water-based acrylic resin）、聚偏二氟乙烯（PVDF）、聚四氟乙烯（PTFE）、乙烯-醋酸乙烯酯共聚物（EVA）、聚乙烯醇（PVA）及聚乙烯醇缩丁醛（PVB）中的一种或几种。

作为示例，其他可选助剂可以是增稠及分散剂（例如羧甲基纤维素钠 Carboxymethylcellulose Sodium, CMC-Na）、PTC 热敏电阻材料。

[电解液]

二次电池可以包括电解液，电解液在正极和负极之间起到传导离子的作用。所述电解液可以包括电解质盐和溶剂。

作为示例，电解质盐可选自六氟磷酸锂（ LiPF_6 ）、四氟硼酸锂（ LiBF_4 ）、高氯酸锂（ LiClO_4 ）、六氟砷酸锂（ LiAsF_6 ）、双氟磺酰亚胺锂（ LiFSI ）、双三氟甲磺酰亚胺锂（ LiTFSI ）、三氟甲磺酸锂（ LiTFS ）、二氟草酸硼酸锂（ LiDFOB ）、二草酸硼酸锂（ LiBOB ）、二氟磷酸锂（ LiPO_2F_2 ）、二氟二草酸磷酸锂（ LiDFOP ）及四氟草酸磷酸锂（ LiTFOP ）中的一种或几种。

作为示例，所述溶剂可选自碳酸亚乙酯（Ethylene Carbonate, EC）、碳酸亚丙酯（Propylene Carbonate, PC）、碳酸甲乙酯（Methyl Ethyl Carbonate, EMC）、碳酸二乙酯（Diethyl Carbonate, DEC）、碳酸二甲酯（Dimethyl Carbonate, DMC）、碳酸二丙酯（Dipropyl Carbonate, DPC）、碳酸甲丙酯（Methyl Propyl Carbonate, MPC）、碳酸乙丙酯（Diisopropyl Carbonate, EPC）、碳酸亚丁酯（Butylene Carbonate, BC）、氟代碳酸亚乙酯（Fluoroethylene Carbonate, FEC）、甲酸甲酯（Methyl Formate, MF）、乙酸甲酯（Methyl Acetate, MA）、乙酸乙酯（Ethyl Acetate, EA）、乙酸丙酯（n-Propyl Acetate, PA）、丙酸甲酯（Methyl Propionate, MP）、丙酸乙酯（Ethyl Propanoate, EP）、丙酸丙酯（n-Propyl Propionate, PP）、丁酸甲酯（Methyl Butyrate, MB）、丁酸乙酯（Ethyl Butyrate, EB）、1,4-丁内酯（1,4-Butyrolactone, GBL）、环丁砜（Tetramethylene Sulfone, SF）、二甲砜（Methyl Sulfone, MSM）、甲乙砜（Methyl Ethyl Sulfone, EMS）及二乙砜（Diethyl Sulfone, ESE）中的一种或几种。

在一些实施方式中，电解液中还包括添加剂。例如添加剂可以包括负极成膜添加剂，也可以包括正极成膜添加剂，还可以包括能够改善电池某些性能的添加剂，例如改善电池过充性能的添加剂、改善电池高温性能的添加剂、改善电池低温性能的添加剂。

当二次电池采用所给的隔离膜时，平均孔面积大的第一多孔基膜朝向正电极片，从而平均孔面积小的第二多孔基膜朝向负电极片，因为第二多孔基膜有较好的机械强度，可发挥其优异的物理性能，不易被负极产生的锂枝晶刺破，可提高二次电池的可靠性。

本申请实施例对二次电池的形状没有特别的限制，其可以是圆柱形、方形或其他任意的形状。如图 3 是作为一个示例的方形结构的二次电池 5。

在一些实施方式中，二次电池可包括外包装。该外包装用于封装正电极片、负电极片和电解质。隔离膜的所述第一多孔基膜朝向所述正电极片。

在一些实施方式中，二次电池的外包装可以是硬壳，例如硬塑料壳、铝壳、钢壳。二次电池的外包装也可以是软包，例如袋式软包。软包的材质可以是塑料，如可包括聚丙烯（Polypropylene, PP）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（Polybutylene Terephthalate, PBT）、聚丁二酸丁二醇酯（Polybutylene Succinate, PBS）中的一种或几种。

在一些实施方式中，参照图 4，外包装可包括壳体 51 和盖板 53。其中，壳体 51 可包括底板和连接于底板上的侧板，底板和侧板围合形成容纳腔。壳体 51 具有与容纳腔连通的开口，盖板 53 能

够盖设于所述开口，以封闭所述容纳腔。

本申请的二次电池的制备方法是公知的。在一些实施例中，可将正积极片、隔离膜、负积极片和电解液组装形成二次电池。作为示例，可将正积极片、隔离膜、负积极片经卷绕工艺和/或叠片工艺形成电极组件，将电极组件置于外包装中，烘干后注入电解液，经过真空封装、静置、化成、整形等工序，得到电池单体。多个电池单体还可以进一步经由串联或并联或混联组成电池模块。多个电池模块还可以经由串联或并联或混联形成电池包。在一些实施例中，多个电池单体还可以直接组成电池包。

图 5 是作为一个示例的电池模块 4。参照图 5，在电池模块 4 中，多个二次电池 5 可以是沿电池模块 4 的长度方向依次排列设置。当然，也可以按照其他任意的方式进行排布。进一步可以通过紧固件将该多个二次电池 5 进行固定。

电池模块 4 还可以包括具有容纳空间的外壳，多个二次电池 5 容纳于该容纳空间。

在一些实施方式中，上述电池模块还可以组装成电池包，电池包所含电池模块的数量可以根据电池包的应用和容量进行调节。

图 6 和图 7 是作为一个示例的电池包 1。参照图 6 和图 7，在电池包 1 中可以包括电池箱和设置于电池箱中的多个电池模块 4。电池箱包括上箱体 2 和下箱体 3，上箱体 2 能够盖设于下箱体 3，并形成用于容纳电池模块 4 的封闭空间。多个电池模块 4 可以按照任意的方式排布于电池箱中。

[装置]

本申请还提供一种用电装置，所述用电装置包括本申请的二次电池。所述电池单体、电池模块或电池包可以作为所述装置的电源，也可以作为所述装置的能量存储单元。所述装置可以但不限于移动设备（例如手机、笔记本电脑）、机动车辆（例如纯电动车、混合动力电动车、插电式混合动力电动车、电动自行车、电动踏板车、电动高尔夫球车、电动卡车）、电气列车、船舶及卫星、储能系统。

所述装置可以根据其使用需求来选择电池单体、电池模块或电池包。

图 8 是作为一个示例的用电装置。该用电装置可以为纯电动车、混合动力电动车、或插电式混合动力电动车。为了满足该用电装置对二次电池的高功率和高能量密度的需求，可以采用电池包或电池模块。

作为另一个示例的用电装置可以是手机、平板电脑、笔记本电脑。该用电装置通常要求轻薄化，可以采用电池单体作为电源。

由于本申请的装置包括本申请提供的二次电池，因而至少具有与二次电池相同的优势。

以下结合实施例进一步说明本申请的有益效果。

为了使本申请实施例所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚，以下将结合实施例和附图进行进一步详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本申请及其应用的任何限制。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例都属于本申请保护的范围。

一、隔离膜的制备

隔离膜 1:

(1) 提供第一多孔基膜和第二多孔基膜。

第一多孔基膜满足：材质为聚丙烯（PP），厚度为 $6\mu\text{m}$ ，平均孔面积 $S1$ 为 $0.0025\mu\text{m}^2$ 。

第二多孔基膜满足：材质为聚乙烯（Polyethylene, PE），厚度为 $4\mu\text{m}$ ，平均孔面积 $S2$ 为 $0.0023\mu\text{m}^2$ 。

其中，第一多孔基膜的平均孔面积 S1 与第二多孔基膜的平均孔面积 S2 之比为 1.09。

(2) 配制涂层浆料：配制涂层浆料：将粘结剂聚丙烯酸酯和填充物氧化铝颗粒、羧甲基纤维素按照 1: 4: 1 比例在适量溶剂去离子水中混合均匀，制成涂层浆料。

(3) 将步骤 (2) 的涂层浆料涂布在步骤 (1) 的第二多孔基膜的一侧，形成涂层。

5 (4) 将第一多孔基膜与步骤 (3) 的涂布后的第二多孔基膜进行热压复合，得到隔离膜，其中，涂层在第一多孔基膜和第二多孔基膜之间。

隔离膜 2-11 的制备方法与隔离膜 1 相似，不同点在于：调整了第一多孔基膜或第二多孔基膜的平均孔面积，具体详见表 1。其他的制备方法均与实施例 1 的隔离膜的制备方法一致。

对上述方法制备成的隔离膜 1 进行相关性能测试，具体结果详见表 1。

10 二、电池的制备

实施例 1

1、正极极片的制备

15 将正极活性材料 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ (NCM811)、导电剂炭黑 (SuperP)、粘结剂聚偏二氟乙烯 (PVDF) 按质量比 96.2:2.7:1.1 在适量的溶剂 N-甲基吡咯烷酮 (N-Methylpyrrolidone, NMP) 中混合均匀，得到正极浆料，将正极浆料涂布于正极集流体铝箔上，通过烘干、冷压、分条、裁切工序，得到正极极片。

2、负极极片的制备

20 将负极活性材料人造石墨、导电剂炭黑 (SuperP)、粘结剂丁苯橡胶 (SBR) 和羧甲基纤维素钠 (CMC-Na) 按质量比 96.4:0.7:1.8:1.1 在适量的溶剂去离子水中混合均匀，得到负极浆料，将负极浆料涂布于负极集流体铜箔上，通过烘干、冷压、分条、裁切工序，得到负极极片。

3、隔离膜

隔离膜采用上述制备的隔离膜 1。

4、电解液的制备

25 将碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸甲乙酯 (EMC) 按质量比 30:70 进行混合，得到有机溶剂，将充分干燥的电解质盐 LiPF_6 溶解于上述混合溶剂中，电解质盐的浓度为 1.0mol/L，混合均匀后获得电解液。

5、二次电池的制备

30 将正极极片、隔离膜、负极极片按顺序叠好，使隔离膜处于正极极片、负极极片之间起到隔离的作用，然后卷绕得到电极组件；将电极组件置于外包装中，将上述制备好的电解液注入到干燥后的二次电池中，经过真空封装、静置、化成、整形工序，获得二次电池。

实施例 2-10 和对比例 1 的二次电池与实施例 1 的二次电池的制备方法相似，不同点在于使用了不同的隔离膜 (其中，实施例 1-10 采用的是隔离膜 1-10，对比例 1 采用的是隔离膜 11)，具体详见表 1。

三、电池性能测试

35 1、透气性测试

隔离膜的透气度具有本领域公知的含义，可以采用本领域已知的方法进行测量。例如，均可参照标准 GB/T 36363-2018 进行测试。

2、电池循环性能 (圈)

40 25°C 下，将实施例和对比例制备得到的二次电池以 1 C 倍率恒流充电至充电截止电压 V1，之后恒压充电至电流 $\leq 0.05\text{C}$ ，静置 5min，再以 0.33 C 倍率恒流放电至放电截止电压 V2，静置 5min，

此为一个充放电循环。按照此方法对电池进行循环充放电测试，直至电池容量衰减至 80%。此时的循环圈数即为电池在 25°C 下的循环寿命。

表 1: 各实施例和对比例的电池性能的测试结果

隔膜 膜结 构	序号		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	对比例 1
	第一 多孔 基膜	物质	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PTFE	PVF	PET	PTFE	PP
		平均孔面积 S1 (μm ²)	0.0025	0.0017	0.0034	0.0017	0.0034	0.0021	0.0039	0.0034	0.0034	0.0043	0.0002
		第二 多孔 基膜	PE	PE	PE	PE	PE	PP	PE	PE	PE	PE	PE
隔膜 性能 测试	SI/S2		0.0023	0.0014	0.0023	0.0009	0.0016	0.0008	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
			1.09	1.21	1.48	1.89	2.13	2.63	3.25	2.83	2.83	3.58	0.17
循环 性能 测试	透气性能 (s/100cc)		400	380	360	330	300	270	240	210	220	200	560
	电池循环性能 (圈)		3147	3250	3387	3469	3595	3480	3654	3351	3265	3353	3029

由表 1 可见, 实施例 1-10 中, 采用的隔离膜满足第一多孔基膜的熔点高于第二多孔基膜的熔点, 且第一多孔基膜的平均孔面积大于第二多孔基膜的平均孔面积, 使得所制备的电池具有较好的循环性能, 可靠性更高。而对比例 1 采用的隔离膜不满足本申请的设计, 使得所制备的电池的循环性能较差。

- 5 以上所述, 仅为本申请的具体实施方式, 但本申请的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内, 可轻易想到各种等效的修改或替换, 这些修改或替换都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此, 本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1.一种隔离膜，包括：第一多孔基膜和第二多孔基膜；所述第一多孔基膜的熔点高于所述第二多孔基膜的熔点；在沿所述隔离膜厚度方向的截面中，所述第一多孔基膜的平均孔面积大于所述第二多孔基膜的平均孔面积。

2.如权利要求1所述的隔离膜，其中，所述第一多孔基膜的平均孔面积与所述第二多孔基膜的平均孔面积之比为1.05-10，可选为1.5-3.5。

3.如权利要求1或2所述的隔离膜，其中，
所述第一多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.5\mu\text{m}^2$ ，可选为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.3\mu\text{m}^2$ ；和/或，
所述第二多孔基膜的平均孔面积为 $0.0001\mu\text{m}^2$ - $0.4\mu\text{m}^2$ ，可选为 $0.01\mu\text{m}^2$ - $0.25\mu\text{m}^2$ 。

4.如权利要求1-3任一项所述的隔离膜，其中，
所述第一多孔基膜的平均孔径大于所述第二多孔基膜的平均孔径；
可选地，所述第一多孔基膜的平均孔径为100nm-2000nm，更可选为100nm-350nm；
可选地，所述第二多孔基膜的平均孔径为100nm-2000nm，更可选为100nm-300nm。

5.如权利要求1-4任一项所述的隔离膜，其中，
所述第一多孔基膜的孔隙率大于所述第二多孔基膜的孔隙率；
可选地，所述第一多孔基膜的孔隙率为30%-80%，更可选为35%-60%；
可选地，所述第二多孔基膜的孔隙率为30%-70%，更可选为35%-50%。

6.如权利要求1-5任一项所述的隔离膜，其中，所述隔离膜还包括多孔涂层，所述多孔涂层设置在所述第一多孔基膜和所述第二多孔基膜之间，所述多孔涂层包括粘结剂；可选地，所述多孔涂层包括粘结剂和填充物。

7.如权利要求6所述隔离膜，其中，所述粘结剂包括聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-三氯乙烯共聚物、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙酸乙烯酯、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、聚环氧乙烷、聚芳酯、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、再生纤维素、乙酸纤维素、乙酸丙酸纤维素、乙酸丁酸纤维素、聚丙烯腈、聚乙烯醇、聚乙烯、聚丙烯、淀粉、氰基乙基支链淀粉中的一种或几种。

8.如权利要求6或7任一项所述隔离膜，其中，所述填充物包括无机颗粒、有机颗粒、有机-金属框架材料中的至少一种。

9.如权利要求1-8任一项所述隔离膜，其中，所述隔离膜满足下述(1)-(2)中的至少一项：

所述隔离膜的孔隙率为30%-70%，可选为35%-55%；

所述隔离膜的透气度为250s/100cc-400s/100cc，可选为250s/100cc-320s/100cc。

10.一种二次电池，包括如权利要求1-9任一项所述的隔离膜。

11.如权利要求10所述二次电池，其中，包括正极极片、负极极片，所述隔离膜设置在所述正极极片和所述负极极片之间，所述隔离膜的所述第二多孔基膜朝向所述负极极片。

12.一种用电装置，包括如权利要求10或11所述的二次电池。

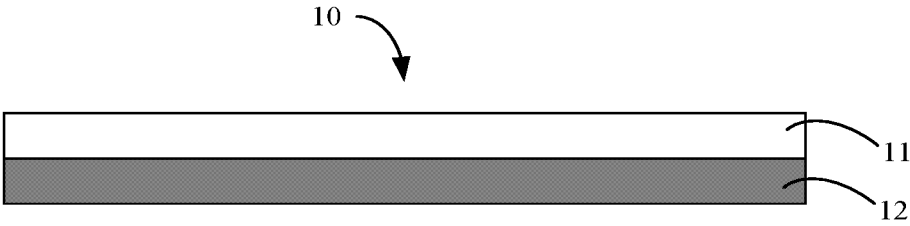


图 1

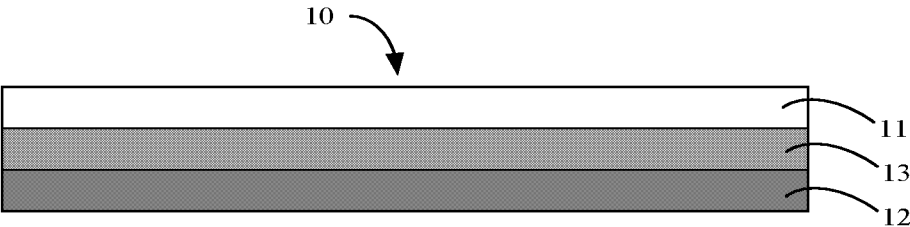


图 2

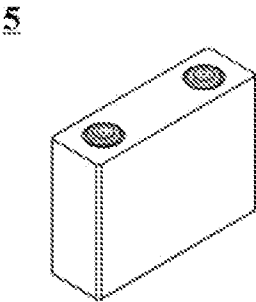


图 3

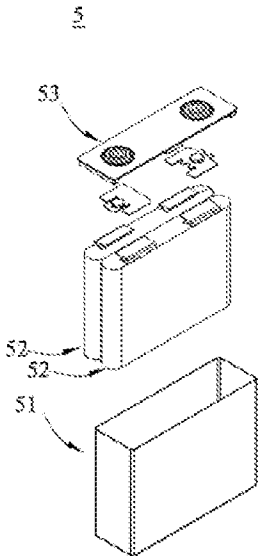


图 4

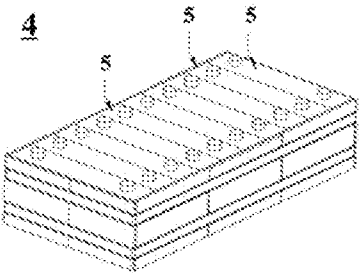


图 5

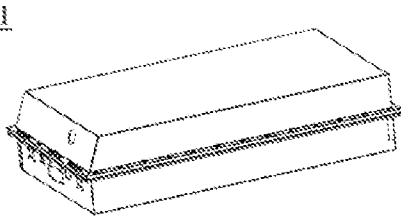


图 6

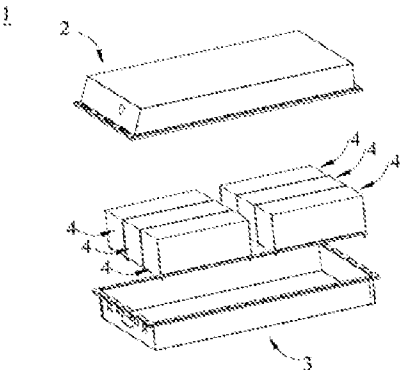


图 7

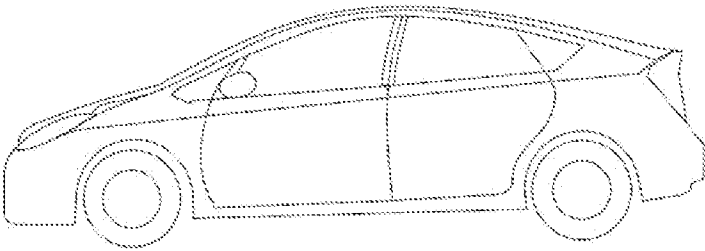


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/082335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M50/449(2021.01)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)

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 电池, 隔膜, 隔板, 面积, 平均, 孔径, 直径, 半径, 尺寸, 聚丙烯, 聚乙烯, PP, PE, 熔点, 软化, battery, separator, area, average, pore, diameter, radius, size, polypropylene, polyethylene, melt+, point

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008254288 A (ASAHI KASEI CHEMICALS CORP.) 23 October 2008 (2008-10-23) description, paragraphs 6-41	1-5, 9-12
Y	JP 2008254288 A (ASAHI KASEI CHEMICALS CORP.) 23 October 2008 (2008-10-23) description, paragraphs 6-41	6-8
Y	CN 109980164 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 05 July 2019 (2019-07-05) description, paragraphs 28-78	6-8
X	CN 109065817 A (SHENZHEN BOSSER MATERIALS CO., LTD.) 21 December 2018 (2018-12-21) description, paragraphs 9-73	1-5, 9-12
Y	CN 109065817 A (SHENZHEN BOSSER MATERIALS CO., LTD.) 21 December 2018 (2018-12-21) description, paragraphs 9-73	6-8
A	CN 109860471 A (BYD CO., LTD.) 07 June 2019 (2019-06-07) entire document	1-12



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

15 November 2023

Date of mailing of the international search report

22 November 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

International application No.

PCT/CN2023/082335**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003118896 A1 (SONY CORP.) 26 June 2003 (2003-06-26) entire document	1-12
A	WO 2022197595 A1 (CELGARD, LLC. et al.) 22 September 2022 (2022-09-22) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/082335

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2008254288	A	23 October 2008	JP	4936960	B2	23 May 2012
CN	109980164	A	05 July 2019	EP	3712983	A1	23 September 2020
				EP	3712983	B1	30 August 2023
				US	2020303707	A1	24 September 2020
				US	11374286	B2	28 June 2022
CN	109065817	A	21 December 2018	None			
CN	109860471	A	07 June 2019	None			
US	2003118896	A1	26 June 2003	EP	1251573	A2	23 October 2002
				EP	1251573	A3	27 February 2008
				EP	1251573	B1	31 May 2017
				US	7138207	B2	21 November 2006
				US	2006222936	A1	05 October 2006
				US	7867649	B2	11 January 2011
				JP	2002319386	A	31 October 2002
				JP	2002367587	A	20 December 2002
				US	2006222936	A1	05 October 2006
WO	2022197595	A1	22 September 2022	TW	202239614	A	16 October 2022
				TWI	807690	B	01 July 2023
				WO	2022197595	A4	17 November 2022
				JP	2022142698	A	30 September 2022
				JP	2022142699	A	30 September 2022

A. 主题的分类 H01M50/449(2021.01)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)) VEN,CNABS,CNTEXT,WOTXT,EPTXT,USTXT,CNKI,IEEE: 电池, 隔膜, 隔板, 面积, 平均, 孔径, 直径, 半径, 尺寸, 聚丙烯, 聚乙烯, PP, PE, 熔点, 软化, battery, separator, area, average, pore, diameter, radius, size, polypropylene, polyethylene, melt+, point		
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
X	JP 2008254288 A (ASAHI KASEI CHEMICALS CORP.) 2008年10月23日 (2008 - 10 - 23) 说明书第6-41段	1-5, 9-12
Y	JP 2008254288 A (ASAHI KASEI CHEMICALS CORP.) 2008年10月23日 (2008 - 10 - 23) 说明书第6-41段	6-8
Y	CN 109980164 A (宁德新能源科技有限公司) 2019年7月5日 (2019 - 07 - 05) 说明书第28-78段	6-8
X	CN 109065817 A (深圳市博盛新材料有限公司) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第9-73段	1-5, 9-12
Y	CN 109065817 A (深圳市博盛新材料有限公司) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第9-73段	6-8
A	CN 109860471 A (比亚迪股份有限公司) 2019年6月7日 (2019 - 06 - 07) 全文	1-12
A	US 2003118896 A1 (SONY CORP.) 2003年6月26日 (2003 - 06 - 26) 全文	1-12
☒ 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11月15日		国际检索报告邮寄日期 2023年11月22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 王兴娟 电话号码 (+86) 010-53961465

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 2022197595 A1 (CELGARD LLC. 等) 2022年9月22日 (2022 - 09 - 22) 全文	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/082335

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)
JP	2008254288	A	2008年10月23日	JP	4936960	B2	2012年5月23日
CN	109980164	A	2019年7月5日	EP	3712983	A1	2020年9月23日
				EP	3712983	B1	2023年8月30日
				US	2020303707	A1	2020年9月24日
				US	11374286	B2	2022年6月28日
CN	109065817	A	2018年12月21日	无			
CN	109860471	A	2019年6月7日	无			
US	2003118896	A1	2003年6月26日	EP	1251573	A2	2002年10月23日
				EP	1251573	A3	2008年2月27日
				EP	1251573	B1	2017年5月31日
				US	7138207	B2	2006年11月21日
				US	2006222936	A1	2006年10月5日
				US	7867649	B2	2011年1月11日
				JP	2002319386	A	2002年10月31日
				JP	2002367587	A	2002年12月20日
				US	2006222936	A1	2006年10月5日
WO	2022197595	A1	2022年9月22日	TW	202239614	A	2022年10月16日
				TWI	807690	B	2023年7月1日
				WO	2022197595	A4	2022年11月17日
				JP	2022142698	A	2022年9月30日
				JP	2022142699	A	2022年9月30日