(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
2025 年 6 月 5 日 (05.06.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/112293 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 50/449 (2021.01) *H01M 50/403* (2021.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/092042

(22) 国际申请日: 2024 年 5 月 9 日 (09.05.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202311641720.1 2023年11月30日 (30.11.2023) CN

(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 352100 (CN)。

(72) 发明人: 刘锋 (**LIU, Feng**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。范玉磊 (**FAN, Yulei**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。钟韡 (**ZHONG, Wei**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。葛销明 (**GE, Xiaoming**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京励诚知识产权代理有限公司 (**BEIJING LISENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.**); 中国北京市丰台区汽车博物馆东路1号院诺德中心6号楼702 100160 (CN)。

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

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

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) **Title:** SEPARATOR, PREPARATION METHOD THEREFOR, BATTERY, AND ELECTRICAL APPARATUS

(54) 发明名称: 隔离膜及其制备方法、电池和用电装置



图 1

(57) **Abstract:** A separator, a preparation method therefor, a battery, and an electrical apparatus. The separator comprises: a base film and a coating; the coating comprises a fluorine-containing carbon material, and a solid electrolyte and/or a metal oxide; the coating is arranged on at least one side of the two sides of the base film distributed in the thickness direction thereof, and/or the coating is arranged in the middle of the base film in the thickness direction thereof. Thus, dendritic crystal growth can be inhibited, and the dendritic crystal puncture resistance of the separator can be improved, thereby reducing the risks of dendritic crystals puncturing separators and short circuits in batteries.

(57) 摘要: 一种隔离膜及其制备方法、电池和用电装置。所述隔离膜包括：基膜和涂层，所述涂层包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物，所述涂层设在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，和/或，所述涂层设在所述基膜沿其厚度方向的中部。由此，可以抑制枝晶生长，并改善隔离膜的耐枝晶刺穿能力，从而可以降低枝晶刺穿隔离膜和电池内短路的风险。

WO 2025/112293 A1

说明书

隔离膜及其制备方法、电池和用电装置

技术领域

本申请属于电池领域，具体而言，涉及隔离膜及其制备方法、电池和用电装置。

背景技术

电池作为储能装置，广泛应用于各个领域。以锂离子电池为例，其具有绿色、环保、高能、低碳等特点，不仅被应用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，还被广泛应用于电动自行车、电动摩托车、电动汽车、船舶等电动交通工具，以及军事装备和航空航天等多个领域。随着当前社会的发展，人们对于电池的要求也越来越高。

公开内容

鉴于背景技术中存在的技术问题，本申请提供一种隔离膜，旨在抑制枝晶刺穿隔离膜。

为了实现上述目的，本申请的第一方面提供了一种隔离膜，其包括：

基膜和涂层，所述涂层包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物，所述涂层设在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，和/或，所述涂层设在所述基膜沿其厚度方向的中部。

本申请的隔离膜具有以下有益效果：可以抑制枝晶生长，并改善隔离膜的耐枝晶刺穿能力，从而可以降低枝晶刺穿隔离膜和电池内短路的风险。

在本申请的一些实施例中，所述含氟碳材料的通式为 CFx，$0.85\leqslant x\leqslant 1.5$，可选地，$1\leqslant x\leqslant 1.25$。由此有利于进一步改善电池的使用性能。

在本申请的一些实施例中，所述含氟碳材料包括氟化石墨、氟化炭黑、氟化碳、氟化石墨烯、氟化碳纳米管、氟化碳纤维中的一种或多种。由此，可以降低隔离膜被枝晶刺穿的风险。

在本申请的一些实施例中，所述含氟碳材料的粒径为 50nm~5μm，可选为 50nm~1μm。满足所给条件既有利于改善涂层的均匀性和附着效果，还有利于使隔离膜兼顾较好的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，所述含氟碳材料的体积粒径 Dv50 为 50nm~1000nm，可选为 50nm~500nm。由此有利于进一步兼顾涂层的均匀性和隔离膜的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，所述含氟碳材料的体积粒径 $Dv90\leqslant 3\mu m$，可选$\leqslant 1\mu m$。由此有利于进一步兼顾涂层的均匀性和隔离膜的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，所述涂层的面密度为 $3.5g/m^2$~$15g/m^2$；和/或，所述涂层中含氟碳材料的面密度为 $2g/m^2$~$14.5g/m^2$。

在本申请的一些实施例中，以所述含氟碳材料的质量为基准，所述固态电解质和/或所述金属氧化物的总的质量百分含量$\leqslant 70\%$，可选为 20%~50%。由此有利于进一步降低隔离膜被枝晶刺穿

的风险，并兼顾较好的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，所述固态电解质和所述金属氧化物的润湿角分别独立地≤15°。由此可以改善隔离膜与强极性的电解液亲合性和隔离膜易被枝晶刺穿的问题。

在本申请的一些实施例中，所述固态电解质在25℃下的离子电导率≥10^{-4}S/cm。满足所给条件可以进一步改善隔离膜的离子传输能力，抑制锂枝晶生长。

在本申请的一些实施例中，所述金属氧化物的嵌锂容量≥600mAh/g。由此有利于进一步改善隔离膜的耐刺穿能力并抑制锂枝晶的生长。

在本申请的一些实施例中，所述固态电解质包括氧化物电解质、硫化物电解质、酸盐电解质中的一种或多种，可选地，包括$Li_7La_3Zr_2O_{12}$、$Li_{1.4}Al_{0.4}Ti_{1.6}(PO_4)_3$、$Li_{1.5}Al_{0.5}Ge_{1.5}(PO_4)_3$、$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$、$LiTi_2(PO_4)_3$、$Li_3PS_4$、$Li_{10}GeP_2S_{12}$、$Li_6PS_5Cl$中的一种或多种。由此有利于进一步改善隔离膜的耐刺穿能力并抑制锂枝晶的生长。

在本申请的一些实施例中，所述金属氧化物包括Fe的氧化物、Sn的氧化物、Ti的氧化物、Cu的氧化物、Mn的氧化物、Al的氧化物、Ge的氧化物、Zr的氧化物、Zn的氧化物中的一种或多种。由此可以较好的抑制枝晶的生成。

在本申请的一些实施例中，所述涂层还包括：补锂材料。由此还有利于弥补因涂层对锂的消耗可能引起的微量容量损失。

在本申请的一些实施例中，以所述含氟碳材料的质量为基准，所述补锂材料的质量百分含量≤25%。由此既有利于弥补因涂层对锂的消耗可能引起的电池的微量容量损失，还有利于避免因补锂材料用量过多可能引起的涂层对锂枝晶生长抑制效果削弱的风险。

在本申请的一些实施例中，所述补锂材料包括LiF、Li_3N、M包覆的Li_2O、Li_xSi包覆的Li_2O中的一种或多种，M包括Fe、Co、Ni、Mn中的一种或多种元素，x的取值范围为0.5~3.75。由此有利于在较低的用量下达到较好的补锂效果。

在本申请的一些实施例中，所述涂层还包括：粘结剂、分散剂、增稠剂中的一种或多种。

在本申请的一些实施例中，以所述涂层的质量为基准，所述涂层满足以下条件中的一个或多个：（I）所述粘结剂的质量百分含量为0.5%~5%；（II）所述分散剂的质量百分含量≤2%；（III）所述增稠剂的质量百分含量≤2%。

在本申请的一些实施例中，以所述涂层的质量为基准，所述涂层满足以下条件中的一个或多个：（i）所述粘结剂的质量百分含量为1%~3%；（ii）所述分散剂的质量百分含量为1%~1.5%；（iii）所述增稠剂的质量百分含量为1%~1.5%。

在本申请的一些实施例中，单层所述涂层的厚度为1.5μm~3.5μm，可选为1.5μm~3μm。由此不仅可以提高隔离膜耐枝晶刺穿的能力，还能降低因涂层厚度过大可能引起的电池可逆容量损失增加以及电池能量密度下降等问题的风险。

在本申请的一些实施例中，所述涂层的总厚度≤5μm。由此有利于进一步降低因涂层厚度过大可能引起的电池可逆容量损失增加以及电池能量密度下降等问题的风险。

在本申请的一些实施例中，所述涂层的总厚度与所述基膜的厚度的比值为 1：（2.5~10）。满足所给条件可以兼顾隔离膜的耐枝晶刺穿能力和电池的能量密度。

在本申请的一些实施例中，所述涂层仅设在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，所述基膜沿其厚度方向分布的两侧分别靠近正极极片和负极极片，所述基膜靠近负极极片的一侧设有所述涂层。由此能起到较好的抑制枝晶生长的效果。

在本申请的一些实施例中，所述涂层仅设在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，设在所述基膜靠近所述负极极片的一侧的所述涂层的厚度≥设在所述基膜靠近所述正极极片的一侧的所述涂层的厚度。由此能起到较好的抑制枝晶生长的效果。

在本申请的一些实施例中，所述涂层仅设在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，所述基膜的厚度≥7μm。

在本申请的一些实施例中，所述涂层仅设在所述基膜沿其厚度方向的中部，位于所述涂层沿其厚度方向的两侧的所述基膜的厚度分别独立地≤9μm，可选为 5μm~9μm。由此有利于在改善隔离膜耐刺穿能力的基础上兼顾电池的能量密度。

在本申请的一些实施例中，所述涂层仅设在所述基膜沿其厚度方向的中部，所述涂层中包括补锂材料，以所述含氟碳材料的质量为基准，所述补锂材料的质量百分含量≤10%。满足所给条件可以兼顾隔离膜的耐枝晶刺穿能力和电池的能量密度。

在本申请的一些实施例中，所述隔离膜的刺穿强度≥350gf，可选≥450gf。

在本申请的一些实施例中，所述涂层在 25℃下的电子电导率为 10^{-6}mS/cm~10^{-10}mS/cm。

本申请的第二方面提出了一种制备本申请第一方面的隔离膜的方法，其包括：在基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧形成涂层；和/或，在所述基膜沿其厚度方向的中部形成所述涂层，所述涂层包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物。采用该方法制得的隔离膜有利于抑制枝晶生长，并改善隔离膜的耐枝晶刺穿能力。

在本申请的一些实施例中，将包括含氟碳材料、固态电解质和/或金属氧化物、粘接剂在内的涂层原料与溶剂混合，得到涂层浆料。

在本申请的一些实施例中，在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧涂覆所述涂层浆料，得到所述涂层；或者，所述基膜包括第一基膜和第二基膜，在所述第一基膜沿其厚度方向分布的两侧中的其中一侧涂覆所述涂层浆料，形成所述涂层，并将所述第二基膜叠放于所述涂层远离所述第一基膜的一侧上。

本申请的第三方面提出了一种电池，其包括：本申请第一方面的隔离膜，和/或采用本申请第二方面的制备隔离膜的方法制得的隔离膜。

本申请的第四方面提供了一种用电装置，其包括：本申请第三方面的电池。

本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

本申请的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是根据本申请一实施方式的隔离膜的结构示意图。

图 2 是根据本申请再一实施方式的隔离膜的结构示意图。

图 3 是根据本申请又一实施方式的隔离膜的结构示意图。

图 4 是根据本申请一实施方式的电池的结构示意图。

图 5 是根据本申请一实施方式的电池模块的结构示意图。

图 6 是根据本申请一实施方式的电池包的结构示意图。

图 7 是根据本申请一实施方式的电池包的爆炸图。

图 8 是根据本申请一实施方式的电池用作电源的用电装置的一个实施方式的示意图。

附图标记说明：

11：基膜；11a：基膜靠近负极极片的一侧；11b：基膜靠近正极极片的一侧；111：第一子基膜；112：第二子基膜；12：涂层；1：电池；2：电池模块；3：电池包；4：上箱体；5：下箱体。

具体实施方式

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用于限制本申请的范围。

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

本申请所公开的“范围”以下限和/或上限的形式来限定，给定范围是通过选定一个下限和/或一个上限进行限定的，选定的下限和/或上限限定了特别范围的边界。这种方式进行限定的范围可以是包括端值或不包括端值的，并且可以进行任意地组合，即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。例如，如果针对特定参数列出了 60~120 和 80~110 的范围，理解为 60~110 和 80~120 的范围也是预料到的。此

外，如果列出的最小范围值 1 和 2，和如果列出了最大范围值 3，4 和 5，则下面的范围可全部预料到：1~3、1~4、1~5、2~3、2~4 和 2~5。在本申请中，除非有其它说明，数值范围“a~b”表示 a 到 b 之间的任意实数组合的缩略表示，其中 a 和 b 都是实数。例如数值范围“0~5”表示本文中已经全部列出了“0~5”之间的全部实数，“0~5”只是这些数值组合的缩略表示。另外，当表述某个参数为≥2 的整数，则相当于公开了该参数为例如整数 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 等。

如果没有特别的说明，本申请的所有实施方式以及可选实施方式可以相互组合形成新的技术方案，并且这样的技术方案应被认为包含在本申请的公开内容中。

如果没有特别的说明，本申请的所有技术特征以及可选技术特征可以相互组合形成新的技术方案，并且这样的技术方案应被认为包含在本申请的公开内容中。

如果没有特别的说明，本申请的所有步骤可以顺序进行，也可以随机进行，优选是顺序进行的。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如 A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

在本申请中，术语“多个”、“多种”是指两个或两种以上。

除非另有定义，本申请所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本申请中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请；本申请的说明书和权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。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中给出的方法进行测试）。

随着绿色环保主题的不断推进，电池的应用已经深入到了生活的方方面面，包括车辆、电子设备、储能装置等。但随着电池应用的不断推广，人们对于电池的要求也越来越高。以锂电池为例，锂电池尤其是锂金属电池面临着循环过程中阳极锂枝晶生长的问题带来枝晶刺破隔离膜导致短路引发热失控的风险。目前，相关领域中使用较多的隔离膜通常仅能起到物理阻隔的作用，随着循环进行和枝晶生长，仍然存在枝晶沿孔隙生长刺穿的可能性。

本申请中，通过将含氟碳材料与固态电解质和金属氧化物中的一种或两种复配来形成涂层，并使涂层形成在隔膜沿其厚度方向的两侧中的至少一侧和/或隔膜中部，不仅有利于抑制枝晶生长，还能改善隔离膜的耐枝晶刺穿能力，从而可以降低枝晶刺穿隔离膜和发生电池内短路的风险。

本申请实施例公开的隔离膜适用于二次电池，并且本申请实施例公开的电池可以用于使用电池作为电源的用电设备或者使用电池作为储能元件的各种储能系统。用电设备可以包括但不限于手机、平板、笔记本电脑、电动玩具、电动工具、电瓶车、电动汽车、轮船、航天器等等。其中，电动玩具可以包括固定式或移动式的电动玩具，例如，游戏机、电动汽车玩具、电动轮船玩具和电动飞机

玩具等等，航天器可以包括飞机、火箭、航天飞机和宇宙飞船等等。

本申请的第一方面提供了一种隔离膜，其包括：基膜和涂层，涂层包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物，涂层设在基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，和/或，涂层设在基膜沿其厚度方向的中部。

本申请中，所述含氟碳材料指的具有碳-氟共价键的碳基材料，所述固态电解质指的是固体离子导体电解质。参考图 1~3 理解，隔离膜包括基膜 11 和涂层 12，涂层 12 包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物，涂层 12 设在基膜 11 沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧（参考图 1 或图 2 理解），和/或，涂层 12 设在基膜 11 沿其厚度方向的中部（参考图 3 理解）。示例性的，涂层 12 可以包括含氟碳材料和固态电解质，或者可以包括含氟碳材料和金属氧化物，再或者可以同时包括含氟碳材料、固态电解质和金属氧化物。可选地，所述金属氧化物可以包括但不限于过渡金属氧化物和/或具有多种不同价态的金属的氧化物。其中，涂层的材料组成可以结合常规方法中的一种或多种分析得到，所述常规方法可以包括但不限于 ICP 元素分析、EDS 能谱分析、XRD 测试、XPS 测试、红外测试、原子吸收法等，涂层的位置可以借助扫描电镜等常规仪器对隔离膜截面的微观结构进行表征得到。

本申请中，所述隔离膜可以用于锂电池或钠电池等类型的电池，其中，通过将含氟碳材料与固态电解质（通常用于制备固态电池的固态电解质层）和金属氧化物中的至少一种进行复配并在隔离膜的基膜上形成涂层，既有利于抑制枝晶的产生或生长，还能改善隔离膜的机械强度，提高其耐枝晶刺穿能力，达到较好的协同效果。以锂离子电池为例，含氟碳材料具有较高的嵌锂容量和锂反应活性，可以与 Li 发生反应生成 C 和 LiF，且无中间产物，既有利于消耗锂抑制锂枝晶的产生，也可以将生成的锂枝晶反应掉，抑制锂枝晶生长（进一步地，在隔离膜朝向负极极片一侧形成所述涂层还有利于反应生成 LiF 界面层，有助于形成良好稳定的 SEI，提高库伦效率，在高倍率下更为明显）；此外，固态电解质和金属氧化物也能与锂发生反应或具有一定的嵌锂容量，也可以消耗掉一部分锂，进而抑制锂枝晶的产生和生长；再者，固态电解质还具有较好的导离子能力，可以改善涂层的离子传输能力，进一步抑制锂枝晶的生成；进一步地，隔离膜的基膜通常为聚合物，与基膜相比，固态电解质和金属氧化物的机械强度和耐热性相对更好，且固态电解质和金属氧化物中可能存在的氧还能与含氟碳材料结合，形成更致密的涂层结构。进而，可以发挥较好的协同作用，降低枝晶刺穿隔离膜和电池内短路的风险。

本申请的隔离膜具有以下有益效果：可以抑制枝晶的生长，并改善隔离膜的耐枝晶刺穿能力，从而可以降低枝晶刺穿隔离膜和电池内短路的风险。

进一步地，本申请第一方面的隔离膜在满足上述条件的基础上，还可以可选地满足下述条件中的一个或多个。

在本申请的一些实施例中，含氟碳材料的通式可以为 CFx，$0.85 \leqslant x \leqslant 1.5$。可选地，$1 \leqslant x \leqslant 1.25$。

示例性的，x 的取值可以为 0.85、0.9、1、1.1、1.2、1.25、1.3、1.4、1.5，等等。可选地，1≤x≤1.25。其中，CFx 中 x 的取值可以结合红外谱图中氟碳键吸收峰面积和碳碳键吸收峰面积的相关性分析得到。含氟碳材料中氟元素含量（原子百分比）增大有利于获得提升的热稳定性。本申请中，含氟碳材料中氟元素的含量满足所给条件，有利于使涂层兼具较好的热稳定性、绝缘性和离子传导能力，从而有利于进一步改善电池的使用性能。

在本申请的一些实施例中，含氟碳材料可以包括氟化石墨、氟化炭黑、氟化碳、氟化石墨烯、氟化碳纳米管、氟化碳纤维中的一种或多种。其中氟化碳还可以包括但不限于氟化（纳米）碳纤维等，氟化石墨可以包括但不限于氟化石墨微片等。所给范围的含氟碳材料具有较高的嵌锂容量和锂反应活性，能用于锂电池或钠电池等类型的电池中来抑制枝晶成长，降低隔离膜被枝晶刺穿的风险。

在本申请的一些实施例中，含氟碳材料的粒径可以为 50nm~5μm。可选地，含氟碳材料的粒径可以为 50nm~1μm。

示例性的，含氟碳材料的粒径可以为 50nm、100nm、200nm、500nm、800nm、1μm、2μm、3μm、4μm、5μm，等等。含氟碳材料的粒径可以结合扫描电镜、粒度分析仪等常规仪器和常规方法测得。其中，含氟碳材料的粒径增大有利于降低形成涂层时颗粒堵塞基膜微孔的风险，进而可以降低因隔离膜透气度下降引起离子传输通道阻断以及进而产生的电池容量和循环寿命下降的风险；此外，含氟碳材料的粒径增大还会增加涂层浆料粘度，采用较小粒径的含氟碳材料，不仅有利于使涂层浆料获得适宜的粘度，降低涂层浆料因粘度较大可能导致的涂层均匀性下降和涂覆难度增加的风险，还有利于改善含氟碳材料在基膜表面的附着效果，降低涂层涂覆过程中可能发生的掉粉风险。含氟碳材料的粒径满足所给范围既有利于涂层涂覆，改善涂层的均匀性和附着效果，还有利于使隔离膜兼顾较好的离子传输能力。可选地，含氟碳材料的粒径可以为 50nm~1μm，由此有利于进一步兼顾涂层的均匀性和隔离膜的离子传输能力，示例性的，可以实现隔离膜的透气度≤300s/100mL，其中，隔离膜的透气度≤300s/100mL 时，隔离膜的透气度较好，具有较好的离子传输特性。

在本申请的一些实施例中，含氟碳材料的体积粒径 Dv50 可以为 50nm~1000nm。可选地，含氟碳材料的体积粒径 Dv50 可以为 50nm~500nm。示例性的，氟碳材料的体积粒径 Dv50 可以为 50nm、100nm、200nm、300nm、400nm、500nm、600nm、700nm、800nm、900nm、1000nm，等等。由此，有利于进一步兼顾涂层的均匀性和附着效果，并使隔离膜兼顾较好的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，含氟碳材料的体积粒径 Dv90 可以≤3μm。可选地，含氟碳材料的体积粒径 Dv90 可以≤1μm。示例性的，含氟碳材料的体积粒径 Dv90 可以为 100nm~3μm、200nm~1μm、500nm~1μm、300nm、600nm、800nm、900nm、1μm、2μm、3μm，等等。由此，有利于进一步兼顾涂层的均匀性和附着效果，并使隔离膜兼顾较好的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，固态电解质和金属氧化物的粒径可以分别独立地为 50nm~5μm。可选地，固态电解质和金属氧化物的粒径可以分别独立地为 50nm~1μm，如可以分别独立地为 50nm、

100nm、200nm、500nm、800nm、1μm、2μm、3μm、4μm、5μm，等等。由此有利于进一步兼顾涂层的均匀性和隔离膜的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，涂层的面密度可以为 3.5g/m^2~15g/m^2。示例性的，涂层的面密度可以为 3.5g/m^2、4g/m^2、5g/m^2、6g/m^2、7g/m^2、8g/m^2、9g/m^2、10g/m^2、11g/m^2、12g/m^2、13g/m^2、14g/m^2、15g/m^2，等等。涂层的面密度可以通过常规方法测得，例如，可以通过测试涂层剥离前后隔离膜的重量差以及隔离膜样品的面积来计算涂层的面密度，其中涂层的剥离方法并不受特别限制，可以包括但不限于机械剥离法、溶剂浸泡法等。增大涂层厚度或涂层致密度有利于改善隔离膜的耐枝晶刺穿能力，减小涂层厚度或涂层致密度有利于获得较好的离子传输特性。涂层的面密度满足所给范围条件，既有利于降低枝晶刺穿隔离膜的风险，还有利于使隔离膜兼顾较好的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，涂层中含氟碳材料的面密度可以为 2g/m^2~14.5g/m^2。示例性的，涂层中含氟碳材料的面密度可以为 2g/m^2、3g/m^2、4g/m^2、5g/m^2、6g/m^2、7g/m^2、8g/m^2、9g/m^2、10g/m^2、11g/m^2、12g/m^2、13g/m^2、14g/m^2、14.5g/m^2，等等。涂层中含氟碳材料的面密度可以通过常规方法测得，例如，可以结合元素分析、红外测试等常规方法中的一种或多种分析得到涂层中固态电解质和/或金属氧化物与含氟碳材料的含量关系，并结合涂层的面密度计算得到。提高涂层中含氟碳材料的含量有利于通过与锂反应消耗较多的锂，改善对枝晶生长的抑制效果，提高涂层中固态电解质和/或金属氧化物的含量有利于提高隔离膜自身的强度，改善耐枝晶刺穿的能力。涂层中含氟碳材料的面密度满足所给条件，有利于进一步抑制枝晶生长，降低隔离膜被枝晶刺穿的风险。

在本申请的一些实施例中，以含氟碳材料的质量为基准，固态电解质和/或金属氧化物的总的质量百分含量可以≤70%。可选地，固态电解质和/或金属氧化物的总的质量百分含量可以为 20%~50%。

示例性的，固态电解质和/或金属氧化物的总的质量百分含量可以为 70%、60%、50%、40%、30%、20%、10%，等等。固态电解质和/或金属氧化物与含氟碳材料的含量关系可以结合元素分析、红外测试等常规方法中的一种或多种分析得到。提高固态电解质和/或金属氧化物的含量有利于进一步改善隔离膜的机械强度，提高隔离膜自身的耐枝晶刺穿的能力。使固态电解质和/或金属氧化物的用量满足所给范围，不仅有利于改善涂层的致密结构，并提高隔离膜自身的耐枝晶刺穿能力，还能使涂层对枝晶生长具有较好的抑制效果，同时还有利于使隔离膜兼顾较好的离子传输能力。可选地，固态电解质和/或金属氧化物的总的质量百分含量可以为 20%~50%，由此有利于进一步降低隔离膜被枝晶刺穿的风险，并兼顾较好的离子传输能力。

在本申请的一些实施例中，固态电解质和金属氧化物的润湿角可以分别独立地≤15°。

示例性的，固态电解质和金属氧化物的润湿角可以分别独立地为 15°、12°、10°、8°、5°，等等，或者可以分别独立地为以上任何数值所组成的范围。固态电解质和金属氧化物的润湿角可以采用常规设备和常规方法测得，例如可以采用接触角测量仪（如 Dataphysics OCA25 视频光学接触角测量

仪等），将液相的水座滴在固态电解质或金属氧化物样品上，通过软件拟合图像轮廓得到其接触角值。含氟碳材料的疏水性较强，与强极性的电解液亲合较差，不利于隔离膜吸收并保持电解液，金属氧化物通常具有较好的亲水性，其表面的含氧官能团可以形成氢键改善亲水性，且受极性亲水性基团等因素影响，固态电解质通常也体现出较强的亲水性，在涂层中引入固态电解质和/或金属氧化物，还有利于隔离膜吸收并保持电解液，而使隔离膜和极片界面被电解液充分浸润在一定程度上也能改善隔离膜易被枝晶刺穿的问题。进一步地，通过使固态电解质和金属氧化物的润湿角满足所给条件，可以进一步改善隔离膜与强极性的电解液亲合性和隔离膜易被枝晶刺穿的问题。

在本申请的一些实施例中，固态电解质在25℃下的离子电导率可以≥10^{-4}S/cm。

示例性的，固态电解质在25℃下的离子电导率可以≥10^{-4}S/cm、≥5×10^{-4}S/cm、≥10^{-3}S/cm、≥5×10^{-3}S/cm、≥10^{-2}S/cm，等等。所述离子电导率可以采用交流阻抗法测试得到。固态电解质的离子电导率增大有利于改善隔离膜的离子传输能力。由此，满足所给条件可以进一步改善隔离膜的离子传输能力，抑制锂枝晶生长。

在本申请的一些实施例中，固态电解质可以包括氧化物电解质、硫化物电解质、酸盐电解质中的一种或多种。

本申请中，所述酸盐电解质指的是由酸盐材料（如磷酸盐、硼酸盐等常见酸盐）构成的固态电解质，可以包括但不限于磷酸盐类固态电解质材料。示例性的，以锂电池为例，所述固态电解质可以包括但不限于锂镧锆氧（LLZO）、磷酸钛铝锂（LATP）、磷酸钛锂（LTP）、磷酸锗铝锂（LAGP）、锂锗磷硫硫化物（LGPS）、四硫代磷酸锂（Li_3PS_4）、锂磷硫氯硫化物（Li_6PS_5Cl）等中的一种或多种，所给范围的固态电解质可以与含氟碳材料结合形成致密结构，或可以与锂反应消耗锂，有利于改善隔离膜的耐刺穿能力并抑制锂枝晶的生长。可选地，固态电解质可以包括但不限于$Li_7La_3Zr_2O_{12}$、$Li_{1.4}Al_{0.4}Ti_{1.6}(PO_4)_3$、$Li_{1.5}Al_{0.5}Ge_{1.5}(PO_4)_3$、$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$、$LiTi_2(PO_4)_3$、$Li_3PS_4$、$Li_{10}GeP_2S_{12}$、$Li_6PS_5Cl$ 中的一种或多种，由此有利于进一步改善隔离膜的耐刺穿能力并抑制锂枝晶的生长。

在本申请的一些实施例中，金属氧化物的嵌锂容量可以≥600mAh/g。

示例性的，金属氧化物的嵌锂容量可以≥600mAh/g、≥650mAh/g、≥700mAh/g、≥750mAh/g、≥800mAh/g、≥850mAh/g、≥900mAh/g，等等。金属氧化物的嵌锂容量可以采用将其作为负极活性材料使用时的可逆容量表示。可将其作为负极极片的活性材料并组装电池进行充放电测试得到。较高的嵌锂容量可以消耗更多的锂，有利于进一步改善涂层对枝晶生长的抑制效果。由此，满足所给条件既可以改善隔离膜的机械强度，提高其耐刺穿能力，还有利于进一步抑制锂枝晶的生长。

在本申请的一些实施例中，金属氧化物可以包括Fe的氧化物、Sn的氧化物、Ti的氧化物、Cu的氧化物、Mn的氧化物、Al的氧化物、Ge的氧化物、Zr的氧化物、Zn的氧化物中的一种或多种。所给范围的金属氧化物具有一定的嵌锂容量或能与锂反应消耗锂，可以较好的抑制锂枝晶的生长。

在本申请的一些实施例中，涂层 12 还可以包括：补锂材料。针对锂电池，所述涂层会因嵌锂或与锂反应消耗少量锂，通过进一步掺入补锂材料，还有利于弥补因涂层对锂的消耗可能引起的微量容量损失。

在本申请的一些实施例中，以含氟碳材料的质量为基准，补锂材料的质量百分含量可以≤25%。示例性的，补锂材料的质量百分含量可以为 25%、23%、20%、15%、10%、5%，等等。补锂材料与含氟碳材料的相对用量可以结合元素分析、XRD 测试、红外测试等常规方法确定涂层中氟化碳材料和补锂材料的具体类型和含量，并通过计算得到。针对锂电池，控制补锂材料的含量在所给范围内，不仅有利于弥补因涂层对锂的消耗可能引起的电池的微量容量损失，同时还能降低因补锂材料用量较多可能引起涂层内对锂的自消耗过多，导致对涂层外的锂的存储容量及反应能力下降，进而削弱涂层对锂枝晶生长抑制效果的风险。

在本申请的一些实施例中，补锂材料可以包括 LiF、Li_3N、M 包覆的 Li_2O、Li_xSi 包覆的 Li_2O 中的一种或多种，M 包括 Fe、Co、Ni、Mn 中的一种或多种，x 的取值范围为 0.5~3.75。

示例性的，x 的取值可以为 0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5、3.75，等等。补锂材料的具体类型可以结合元素分析、原子吸收法、XRD 测试等常规方法中的一种或多种确定。所给的补锂材料有利于在较低的用量下达到较好的补锂效果，另外，采用 M 或 Li_xSi 包覆的 Li_2O 既可以在 Li_2O 表面形成钝化层，起到缓释补锂的作用，同时也能避免 Li_2O 在加入前就因与空气接触导致的容量衰减。

在本申请的一些实施例中，涂层还包括：粘结剂、分散剂、增稠剂中的一种或多种。加入粘结剂可以提高涂层与基膜的附着强度，降低涂层中各组分可能存在的掉粉风险；加入分散剂有利于提高涂层浆料的分散均匀性，进而改善涂层的均一性；加入增稠剂有利于改善涂层浆料的稳定性，降低分层或沉降风险，改善涂层的涂覆效果和均一性。需要说明的是，所述粘结剂、所述分散剂、所述增稠剂可以分别独立地为相关领域中的常规选择，可以采用常规方法制备或商业途径得到，例如，所述粘结剂可以包括但不限于聚偏氟乙烯（PVDF）、丁苯橡胶（SBR）等其中一种或多种；所述分散剂可以包括但不限于水解聚马来酸酐、丙烯酸嵌段聚合物、聚酯嵌段聚合物、聚乙二醇型多元醇和聚乙烯亚胺衍生物等中的一种或多种；所述增稠剂可以包括但不限于羟甲基纤维素钠、甲基纤维素、羟乙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、聚丙烯酸盐、聚氨酯、聚醚等中的一种或多种。

在本申请的一些实施例中，以涂层的质量为基准，粘结剂的质量百分含量可以为 0.5%~5%。可选地，粘结剂的质量百分含量可以为 1%~3%。例如，可以为 0.5%、1%、2%、3%、4%、5%，等等。由此，可以有效改善涂层与基膜直接的附着强度。

在本申请的一些实施例中，以含氟碳材料的质量为基准，分散剂的质量百分含量可以≤2%。可选地，分散剂的质量百分含量可以为 1%~1.5%。例如，可以为 0.1%、0.5%、0.8%、1%、1.2%、1.5%、2%，等等。由此，可以有效改善涂层的均一性。

在本申请的一些实施例中，以含氟碳材料的质量为基准，增稠剂的质量百分含量可以≤2%。

可选地，增稠剂的质量百分含量可以为1%~1.5%。例如，可以为0.5%、1%、2%、3%、4%、5%，等等。由此，可以有效改善涂层涂覆的可操作性和涂层的均一性。

在本申请的一些实施例中，单层涂层的厚度可以为1.5μm~3.5μm。可选地，单层涂层的厚度可以为1.5μm~3μm。

示例性的，单层涂层的厚度可以为1.5μm、2μm、2.5μm、3μm、3.5μm，等等。涂层的厚度可以采用膜厚仪测试得到。满足所给条件不仅可以起到较好改善隔离膜强度和抑制枝晶生长的作用，提高隔离膜耐枝晶刺穿的能力，还能获得较好的可加工性，同时还能降低因涂层厚度过大可能引起的电池可逆容量损失增加以及电池能量密度下降等问题的风险。

在本申请的一些实施例中，涂层的总厚度可以≤5μm。示例性的，涂层的总厚度可以为1.5μm、2μm、2.5μm、3μm、3.5μm、4μm、4.5μm、5μm，等等。涂层的总厚度可以采用膜厚仪对各单侧涂层的厚度进行测试并计算加和得到。满足所给条件有利于在使隔离膜获得较好的耐枝晶刺穿能力的基础上，进一步降低因涂层厚度过大可能引起的电池可逆容量损失增加以及电池能量密度下降等问题的风险。

在本申请的一些实施例中，涂层的总厚度与基膜的厚度的比值可以为1：（2.5~10）。

示例性的，涂层的总厚度与基膜的厚度的比值可以为1/2.5、1/3、1/4、1/5、1/6、1/7、1/8、1/9、1/10，等等。基膜的厚度也可以采用膜厚仪测试得到。满足所给条件有利于在使隔离膜获得较好的耐枝晶刺穿能力的基础上，进一步降低因涂层厚度过大可能引起的电池可逆容量损失增加以及电池能量密度下降等问题的风险。

在本申请的一些实施例中，涂层12可以仅设在基膜11沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，基膜11沿其厚度方向分布的两侧分别靠近正极极片和负极极片，基膜11靠近负极极片的一侧11a可以设有涂层12。可参考图1理解。在基膜朝向负极极片的一侧设置涂层可以进一步改善对枝晶生长的抑制效果。

在本申请的一些实施例中，涂层12可以仅设在基膜11沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，设在基膜11靠近负极极片的一侧11a的涂层12的厚度可以≥设在基膜11靠近正极极片的一侧11b的涂层12的厚度。可参考图2理解。在基膜沿其厚度方向的两侧均设置涂层有利于进一步改善隔离膜的机械强度和耐刺穿能力，即便隔膜一侧被枝晶刺破也有利于延缓被彻底刺透的时间。可选地，设在基膜11靠近负极极片的一侧11a的涂层12的厚度可以大于设在基膜11靠近正极极片的一侧11b的涂层12的厚度，由此可以进一步改善对枝晶生长的抑制效果。

在本申请的一些实施例中，涂层12可以仅设在基膜11沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，基膜的厚度可以≥7μm。示例性的，基膜的厚度可以为7μm、8μm、10μm、12μm、15μm等。满足所给条件有利于进一步降低被枝晶刺穿的风险。

在本申请的一些实施例中，涂层12可以仅设在基膜11沿其厚度方向的中部，位于涂层12沿

其厚度方向的两侧的基膜的厚度可以分别独立地≤9μm。可选地，位于涂层 12 沿其厚度方向的两侧的基膜的厚度可以分别独立地为 5μm~9μm。

参考图 3 理解，基膜 11 可以包括沿其厚度方向布置的第一子基膜 111 和第二子基膜 112，涂层 12 可以夹设在第一子基膜 111 和第二子基膜 112 之间。采用该设置可以避免涂层与极片直接接触，有利于在改善隔离膜耐刺穿能力的基础上降低固态电解质和/或金属氧化物与锂反应可能造成的电池容量的衰减量。进一步地，第一子基膜 111 和第二子基膜 112 的厚度可以分别独立地≤9μm，可选可以分别独立地为 5μm~9μm，示例性的，第一子基膜 111 和第二子基膜 112 的厚度可以分别独立地为 9μm、8μm、7μm、6μm、5μm、4μm，等等，满足所给条件有利于在降低隔离膜被枝晶刺穿的风险的基础上，进一步兼顾电池的能量密度。

在本申请的一些实施例中，涂层 12 可以仅设在基膜 11 沿其厚度方向的中部，涂层 12 中可以包括补锂材料，以含氟碳材料的质量为基准，补锂材料的质量百分含量可以≤10%。示例性的，补锂材料的质量百分含量可以为 10%、8%、5%、3%，等等。参考图 3 理解，当涂层 12 可以夹设在第一子基膜 111 和第二子基膜 112 之间时，固态电解质和/或金属氧化物与锂的反应造成的耗锂量也较少，控制补锂材料的含量在所给范围内，不仅有利于弥补因涂层对锂的消耗可能引起的电池的微量容量损失，同时还能降低因补锂材料用量较多可能引起的涂层对锂枝晶生长抑制效果削弱的风险。

在本申请的一些实施例中，隔离膜的刺穿强度可以≥350gf。示例性的，隔离膜的刺穿强度可以≥350gf、≥400gf、≥450gf、≥500gf、≥550gf、≥650gf、≥700gf、≥750gf、≥800gf，等等。满足所给条件可以进一步降低隔离膜被枝晶刺穿的风险。可选地，隔离膜的刺穿强度可以≥450gf。

在本申请的一些实施例中，涂层在 25℃下的电子电导率可以为 10^{-6}mS/cm~10^{-10}mS/cm。由此不仅可以进一步降低涂层可能对隔离膜阻抗产生的负面影响，还能抑制电子通过隔离膜进行转移，降低电池内短路的风险。

本申请的第二方面提出了一种制备本申请第一方面的隔离膜的方法，其包括：在基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧形成涂层；和/或，在基膜沿其厚度方向的中部形成涂层，涂层包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物。采用该方法制得的隔离膜有利于抑制枝晶生长，并改善隔离膜的耐枝晶刺穿能力。

在本申请的一些实施例中，可以将包括含氟碳材料、固态电解质和/或金属氧化物、粘接剂在内的涂层原料与溶剂混合，得到涂层浆料。示例性的，可以按照预设配比，将含氟碳材料如氟化石墨粉末等均匀分散到溶剂中进行一次分散，再加入粘结剂进行二次分散。可选地，所述一次分散还可以加入分散剂，分散方法包括但不限于超声分散，其中超声时间可以根据实际情况灵活选择。再可选地，所述二次分散还可以加入增稠剂。又可选的，所述一次分散和所述二次分散可以分别独立地在搅拌条件下进行，例如，一次分散时的搅拌转速可以为 700 转/分~1200 转/分，混合时间可以为 30min~60min；二次分散时的搅拌转速可以为 1000 转/分~1600 转/分，混合时间可以为

30min~90min。另外，所述溶剂的具体类型并不受特别限制，本领域技术人员可以根据实际需要灵活选择，例如可以包括但不限于去离子水、N-N 二甲基甲酰胺（DMF）、N-N 甲基吡咯烷酮（NMP）、N-N 二甲基乙酰胺（DMAC）、四氢呋喃（THF）等中的一种或多种，可选地，所述涂层浆料中，溶剂的质量百分占比可以为 55%~75%，再可选可以为 60%~70%，满足所给条件有利于使涂层浆料具有较好的粘度和稳定性，进而有利于获得较好的涂覆效果和涂层均匀性。要说明的是，氟碳材料、固态电解质、金属氧化物、粘结剂、分散剂和增稠剂的选择和相对用量已在前述部分进行了详细说明，此处不再赘述。

在本申请的一些实施例中，可以制得涂层浆料均匀涂覆在基膜上，经烘干后得到具有涂料的隔离膜。可选地，所述涂覆包括但不限于刮涂；所述烘干条件并不受特别限制，本领域技术人员可以根据实际需要灵活选择，例如烘干温度可以为 60℃~80℃，烘干时间可以为 5min~30min。其中基膜厚度及涂层厚度及分布已在前述部分做了详述说明，此处不再赘述。

在本申请的一些实施例中，可以在基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧涂覆涂层浆料，得到涂层；或者，基膜包括第一基膜和第二基膜，可以在第一基膜沿其厚度方向分布的两侧中的其中一侧涂覆涂层浆料，形成涂层，并将第二基膜叠放于涂层远离第一基膜的一侧上。其中，当在第一基膜和第二基膜中间形成涂层时，可以使位于第一基膜上的涂层于真空条件下烘干后再在将第二基膜叠放于涂层远离第一基膜的一侧上进行复合。

本申请的第三方面提出了一种电池，其包括：本申请第一方面的隔离膜，和/或采用本申请第二方面的制备隔离膜的方法制得的隔离膜。

可选地，所述电池可以为二次电池，即可以在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，电池包括正极极片、负极极片、隔离膜及电解液。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。其中，正极极片的原料组成及结构、负极极片的原料组成及结构、隔离膜的材质和结构特征、电解液的组成等都可以为本领域的常规选择。本申请实施例对电池的类型没有特别的限制，其可以包括但不限于锂电池、钠电池等。本申请中以锂电池为例进行详细说明：

[正极极片]

正极极片通常包括正极集流体及设置在正极集流体上的正极活性物质层，正极活性物质层包括可以包括正极活性材料。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，正极集流体可以包括铜箔、铝箔、镍箔、不锈钢箔、不锈钢网及涂炭铝箔中的至少一种，可选为铝箔。

正极活性材料可以为锂离子电池通常使用的正极活性材料，可以使用能可逆地嵌入与脱嵌 Li^+

的化合物，例如，可以包括但不限于 $Li_xM'O_2$ 或 $Li_yM'_2O_4$（M 为过渡金属元素，0≤x≤1，0≤y≤2）表示的含锂复合氧化物、尖晶石状的氧化物、层状结构的金属硫族化物、橄榄石结构的正极活性材料等。示例性的，可以包括但不限于 $LiCoO_2$ 等锂钴氧化物、$LiMn_2O_4$ 等锂锰氧化物、$LiNiO_2$ 等锂镍氧化物、$Li_{4/3}Ti_{5/3}O_4$ 等锂钛氧化物、锂锰镍复合氧化物、锂锰镍钴复合氧化物、具有 $LiM''PO_4$（M'' 包括 Fe、Mn、Ni 中的一种或多种）等橄榄石型结晶结构的材料等等。可选地，可以采用层状结构或尖晶石状结构的含锂复合氧化物，如 $LiCoO_2$、$LiMn_2O_4$、$LiNiO_2$、$LiNi_{1/2}Mn_{1/2}O_2$ 等为代表的锂锰镍复合氧化物，$LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O_2$、$LiNi_{0.6}Mn_{0.2}Co_{0.2}O_2$ 等为代表的锂锰镍钴复合氧化物，或 $LiNi_{1-x-y-z}Co_xAl_yMg_zO_2$（0≤x≤1、0≤y≤0.1、0≤z≤0.1、0≤1-x-y-z≤1）等含锂复合氧化物。另外，上述的含锂复合氧化物还可以包括但不限于掺杂 Ge、Ti、Zr、Mg、Al、Mo、Sn 等元素的含锂复合氧化物。还可以理解的是，所述正极活性材料，既可单独使用一种，也可多种并用，例如通过同时使用层状结构的含锂复合氧化物与尖晶石结构的含锂复合氧化物，可以兼顾大容量化和稳定性的提高。

另外，正极活性物质层中还可以适当添加炭黑、乙炔黑等导电助剂，或聚偏氟乙烯、聚环氧乙烷等粘结剂等，再可选还可以包括其它可选助剂，配制成正极浆料后将其涂覆在正极集流体上。

[负极极片]

负极极片通常包括负极集流体及设置在负极集流体上的负极活性物质层，所述负极活性物质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。

负极活性材料可以为锂离子电池通常使用的负极活性材料，可以使用能够嵌入-脱嵌锂金属、锂的化合物。例如，可以包括但不限于铝、硅、锡等的合金或氧化物、碳材料等各种材料等。氧化物可以包括但不限于二氧化钛等，碳材料可以包括但不限于石墨、热解碳类、焦炭类、玻璃状碳类、有机高分子化合物的烧成体、中间相碳微珠等。

另外，负极活性物质层中还可以适当添加炭黑、乙炔黑等导电助剂，或丁苯橡胶、聚偏氟乙烯、聚环氧乙烷等粘结剂等，再可选还可以包括其它可选助剂，配制成正极浆料后将其涂覆在负极集流体上。

在本申请的一些实施例中，本申请第三方面的电池还可以为锂金属电池，此时其负极活性材料可以包括但不限于金属锂单质。例如，负极活性材料还可以是金属锂与其它各种金属或非金属元素形成的合金。

在本申请的一些实施例中，本申请第三方面的电池还可以是无负极锂金属电池，此情况下，负极可以仅由金属箔集流体组成，没有锂金属在其表面，循环过程中，仅使用正极中的锂，在负极侧以锂金属的形式析出与剥离。

[电解液]

电解液可以包括电解质盐和溶剂。

在本申请的一些实施例中，所述溶剂可以使用非水溶剂（有机溶剂）作为非水电解液。非水溶剂可以包括但不限于碳酸酯类、醚类等。

所述碳酸酯类溶剂可以包括但不限于环状碳酸酯和链状碳酸酯，环状碳酸酯可以包括但不限于碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸丁烯酯、γ-丁内酯、硫类酯（乙二醇硫化物等）等。链状碳酸酯可以包括但不限于碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯等为代表的低粘度的极性链状碳酸酯、脂肪族支链型碳酸酯类化合物。可选地，所述碳酸酯类溶剂可以为包括环状碳酸酯（特别是碳酸乙烯酯）与链状碳酸酯的混合溶剂。

所述醚类溶剂可以包括但不限于二甲醚四甘醇(TEGDME)、乙二醇二甲醚(DME)、1，3-二氧戊烷(DOL)等中的一种或多种。

另外，除上述非水溶剂外，还可以采用丙酸甲酯等链状烷基酯类、磷酸三甲酯等链状磷酸三酯、3-甲氧基丙腈等腈类溶剂、以树枝状化合物为代表的具有醚键的支链型化合物等非水溶剂。

另外，还可以采用氟类溶剂。所述氟类溶剂可以包括但不限于 $H(CF_2)_2OCH_3$、$C_4F_9OCH_3$、$H(CF_2)_2OCH_2CH_3$、$H(CF_2)_2OCH_2CF_3$、$H(CF_2)_2CH_2O(CF_2)_2H$等，或可以包括但不限于$CF_3CHFCF_2OCH_3$、$CF_3CHFCF_2OCH_2CH_3$等直链结构的(全氟烷基)烷基醚，即2-三氟甲基六氟丙基甲醚、2-三氟甲基六氟丙基乙醚、2-三氟甲基六氟丙基丙醚、3-三氟甲基八氟丁基甲醚、3-三氟甲基八氟丁基乙醚、3-三氟甲基八氟丁基丙醚、4-三氟甲基十氟戊基甲醚、4-三氟甲基十氟戊基乙醚、4-三氟甲基十氟戊基丙醚、5-三氟甲基十二氟己基甲醚、5-三氟甲基十二氟己基乙醚、5-三氟甲基十二氟己基丙醚、6-三氟甲基十四氟庚基甲醚、6-三氟甲基十四氟庚基乙醚、6-三氟甲基十四氟庚基丙醚、7-三氟甲基十六氟辛基甲醚、7-三氟甲基十六氟辛基乙醚、7-三氟甲基十六氟辛基丙醚等。可选地，上述异(全氟烷基)烷基醚与上述直链结构的(全氟烷基)烷基醚可以混用。

在本申请的一些实施例中，所述电解质盐可以包括但不限于锂的高氯酸盐、有机硼锂盐、含氟化合物的锂盐、锂酰亚胺盐等，示例性的，可以包括但不限于$LiClO_4$、$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiAsF_6$、$LiSbF_6$、$LiCF_3SO_3$、$LiCF_3CO_2$、$LiC_2F_4(SO_3)_2$、$LiN(C_2F_5SO_2)_2$、$LiC(CF_3SO_2)_3$、$LiC_nF_{2n+1}SO_3(n\geq2)$、$LiN(RfOSO_2)_2$（式中，Rf为氟烷基）等。可选地，所述电解质盐可以包括含氟有机锂盐，所述含氟有机锂盐由于阴离子性大且易分离成离子，在非水电解液中易溶解。进一步地，所述电解质锂盐在电解液中的浓度可以≥0.3mol/L，可选≥0.7mol/L，再可选可以≤1.7mol/L，又可选可以≤1.2mol/L，控制电解质锂盐的浓度在所给范围内，既可以获得较好离子传导能力，又有利于避免因电解质盐未能溶解完全导致电解质盐析出的问题。

在本申请的一些实施例中，电解液中还可以包括添加剂。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，或还可以包括能够改善电池某些性能的添加剂，例如可以包括但不限于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等。

[隔离膜]

所述隔离膜采用本申请第一方面的隔离膜或采用本申请第二方面的方法制得的隔离膜，其中作为隔离膜的基膜，本申请并没有特别的限制，可以根据实际需求选用任意公知的具有电化学稳定性和力学稳定性的多孔结构膜，例如可以包括但不限于包含玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的至少一种的单层或多层薄膜。

本申请实施例对电池的形状没有特别的限制，其可以是圆柱形、方形或其它任意的形状。如图4是作为一个示例的方形结构的电池1。

在一些实施方式中，电池可包括外包装。该外包装用于封装正极极片、负极极片和电解质。

在一些实施方式中，外包装可包括壳体和盖板。其中，壳体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。壳体具有与容纳腔连通的开口，盖板能够盖设于所述开口，以封闭所述容纳腔。

正极极片、负极极片和隔离膜可经卷绕工艺或叠片工艺形成电极组件。电极组件封装于所述容纳腔。电池所含电极组件的数量可以包括一个或几个，可根据需求来调节。

在一些实施方式中，电池的外包装可以包括硬壳，例如硬塑料壳、铝壳、钢壳。

电池的外包装也可以包括软包，例如袋式软包。软包的材质可以是塑料，如可包括聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚丁二酸丁二醇酯（PBS）中的至少一种。

在一些实施方式中，电池既可以为电池单体，也可以为由电池单体组装成的电池模块或电池包，电池模块或电池包所含电池的数量可以为多个，具体数量可根据电池模块的应用和容量来调节。

图5是作为一个示例的电池模块2。参照图5，在电池模块2中，多个电池1可以是沿电池模块2的长度方向依次排列设置。当然，也可以按照其它任意的方式进行排布。进一步可以通过紧固件将该多个电池1进行固定。

电池模块2还可以包括具有容纳空间的外壳，多个电池1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3。参照图6和图7，在电池包3中可以包括电池箱和设置于电池箱中的多个电池模块2。电池箱包括上箱体4和下箱体5，上箱体4能够盖设于下箱体5，并形成用于容纳电池模块2的封闭空间。多个电池模块2可以按照任意的方式排布于电池箱中。

本申请的第四方面提供了一种用电装置，其包括：本申请第三方面的电池。

具体的，所述电池可以作为所述用电装置的电源，也可以作为所述用电装置的能量存储单元。所述用电装置可以包括但不限于移动设备（例如手机、笔记本电脑）、电动车辆（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。

图8是作为一个示例的用电装置。该用电装置包括纯电动车、混合动力电动车、或插电式混合

动力电动车。作为另一个示例的用电装置可以包括手机、平板电脑、笔记本电脑。该用电设备通常要求轻薄化，可以采用电池作为电源。

以下，说明本申请的实施例。下面描述的实施例是示例性的，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。实施例中未注明具体技术或条件的，按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市购获得的常规产品。

实施例 1

隔离膜的制备：

1）称量氟化石墨粉末（粒径 500nm~1000nm）、$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$ 均匀分散到 N-甲基吡咯烷酮（NMP）中，并加入水解聚马来酸酐进行超声分散，超声分散 2h 后得到均匀的分散溶液。将分散液中加入羟甲基纤维素钠继续二次分散，再依次加入少量聚偏氟乙烯（PVDF）进行混合，得到涂层浆料。其中，氟化石墨粉末、水解聚马来酸酐、羟甲基纤维素钠和 PVDF 的质量比为 1：0.3：0.01：0.01：0.03，其中，涂层浆料中，溶剂 NMP 的质量百分占比为 65%。

2）将制得的涂层浆料通过凹版转移涂布的方式在孔隙率为 50%、厚度为 9μm 的湿法 PE 基膜一侧涂布，涂层厚度为 3μm，在 60℃条件下，烘烤 5min 得到隔离膜。

性能测试：

1）隔离膜的穿刺强度测试：参照 GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜要求，将隔离膜平展于夹具中并夹紧，以（100+10）mm/min 的速率进行穿刺，完毕后取出试样，按照 GB/T 6672-2001 的规定，在针孔的四周进行 4 点厚度的测试，取平均值，并计算穿刺强度。

2）隔离膜的拉伸强度测试（TD（横向）&MD（纵向）方向）：参照 GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜要求进行。

3）隔离膜的热收缩率测试（TD&MD 方向）：参照 GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜要求进行。

4）隔离膜透气度测试：参照 GB/T36363-2018 的标准进行。

实施例 2~19 及对比例 1~3

实施例 2~19 及对比 1~3 与实施例 1 的区别详见表 1。其中，实施例 2~19 及对比例 1~3 中，涂层中含氟碳材料、固态电解质和金属氧化物的总质量不变。

实施例 20~24 及对比例 4~5

实施例 20~24 及对比 4~5 与实施例 1 的区别详见表 2。

对实施例 1~24 及对比例 1~5 的隔离膜和扣式电池进行相关测试，测试结果见表 1 和表 2。

表 1 实施例 1~19 与对比例 1~3 的区别及测试结果

类别	基膜厚度	涂层在隔离膜上的位置	涂层组成相对用量					涂层总厚度	补锂材料	补锂材料相对于含氟碳材料用量	刺穿强度/gf
			含氟碳材料	固态电解质	固态电解质相对于含氟碳材料用量	金属氧化物	金属氧化物相对于含氟碳材料用量				
实施例 1	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	3μm	/	/	472
对比例 1	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	/	/	/	/	3μm	/	/	397
对比例 2	9μm	靠近负极侧	/	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	-	/	/	3μm	/	/	385
对比例 3	9μm	/	/	/	/	/	/	/	/	/	325
实施例 2	9μm	靠近负极侧	氟化炭黑	同实施例 1	30%	/	/	3μm	/	/	469
实施例 3	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$LiTi_2(PO_4)_3$	30%	/	/	3μm	/	/	447
实施例 4	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	Li_3PS_4	30%	/	/	3μm	/	/	465
实施例 5	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{10}GeP_2S_{12}$	30%	/	/	3μm	/	/	458
实施例 6	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	Li_6PS_5Cl	30%	/	/	3μm	/	/	439
实施例 7	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	/	/	Fe_2O_3	30%	3μm	/	/	462
实施例 8	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	/	/	Al_2O_3	33%	3μm	/	/	486
实施例 9	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	/	/	TiO_2	30%	3μm	/	/	494
实施例 10	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	/	/	ZnO	30%	3μm	/	/	460
实施例 11	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	10%	Al_2O_3	20%	3μm	/	/	476
实施例 12	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	2μm	/	/	435
实施例 13	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	5μm	/	/	481
实施例 14	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	60%	/	/	3μm	/	/	474
实施例 15	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	3μm	LiF	5%	474
实施例 16	9μm	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	3μm	LiF	25%	477
实施例 17	9μm	靠近负极侧、正极侧均设有，正极侧、负	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	20%	/	/	3μm	/	/	453

		极测厚度比为 2:1									
实施例 18	9μm	靠近正极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	3μm	/	/	472
实施例 19	10μm	设在基膜沿其厚度方向的中间，涂层两侧基膜厚度一致	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	3μm	/	/	493

表 2 实施例 20~24 与对比例 4~5 的区别

类别	基膜厚度/μm	涂层在隔离膜上的位置	涂层组成相对用量					含氟碳材料 Dv50 粒径/nm	隔离膜总厚度/μm	拉伸强度/kgf·μm-1		105℃热收缩率/%		透气度/s·100 mL^{-1}
			含氟碳材料	固态电解质	固态电解质相对于含氟碳材料用量	金属氧化物	金属氧化物相对于含氟碳材料用量			TD	MD	TD	MD	
实施例 20	9.15	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	300	12.7	1823.5	1653.6	1.02	1.22	236.7
实施例 21	9.15	靠近负极侧	氟化炭黑	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	300	12.6	1795.3	1585.2	1.13	1.27	238.8
实施例 22	9.15	靠近负极侧	氟化石墨	/	/	Al_2O_3	33%	300	12.9	1956.9	1824.5	0.98	1.04	231.6
对比例 4	9.15	/	/	/	/	/	/	/	9.15	1321.2	1289.6	4.01	3.25	167.2
对比例 5	12.3	/	/	/	/	/	/	/	12.3	1399.6	1305.8	3.27	2.95	175.9
实施例 23	9.15	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	600	12.2	1724.5	1531.3	1.23	1.11	229.6
实施例 24	9.15	靠近负极侧	氟化石墨	$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$	30%	/	/	1000	12.2	1702.3	1524.7	1.24	1.04	220.3

结论：

综合实施例 1~19 及对比例 1~3、表 1 可知，将固态电解质和/或金属氧化物与含氟碳材料混合制备隔离膜涂层，可以明显改善隔离膜的耐刺穿强度。进一步地，适当提高隔离膜的涂层的厚度，或适当提高涂层中固态电解质和/或金属氧化物相对于含氟碳材料的含量，对于促进隔离膜的耐刺穿强度具有正向促进作用。再者，在隔离膜沿其厚度方向的两侧或中间设置所述涂层，均有利于改善隔离膜的耐刺穿强度。此外，结合实施例 20~24 及对比例 4~5 可知，相对于未设置所述涂层，设置所述涂层可以改善隔离膜的拉伸强度及热收率，分析原因主要在于，涂层作为加强材料能降低应变，防止拉伸或热收缩过程中基膜结构被破坏；另外，设置涂层后隔离膜的透气度虽有一定影响，但整体透气度仍处于较好水平，可以发挥较好的离子传输特性；进一步地，适当增大含氟碳材料的粒径对改善隔离膜的透气度具有正向促进作用，适当减小含氟碳材料的粒径对改善隔离膜的拉伸强度及热收率有促进作用，使含氟碳材料的粒径在合理范围内有利于同时兼顾隔离膜的透气度、力学强度及热收缩率。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围，其均应涵盖在本申请的权利要求和说明书的范围当中。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本申请并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权利要求书

1、一种隔离膜，其中，包括：基膜和涂层，所述涂层包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物，所述涂层设在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，和/或，所述涂层设在所述基膜沿其厚度方向的中部。

2、根据权利要求 1 所述的隔离膜，其中，所述含氟碳材料的通式为 CFx，$0.85 \leqslant x \leqslant 1.5$。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的隔离膜，其中，满足以下条件中的一个或多个：

（1）所述含氟碳材料包括氟化石墨、氟化炭黑、氟化碳、氟化石墨烯、氟化碳纳米管、氟化碳纤维中的一种或多种；

（2）所述含氟碳材料的粒径为 50nm~5μm；

（3）所述含氟碳材料的体积粒径 Dv50 为 50nm~1000nm；

（4）所述含氟碳材料的体积粒径 Dv90≤3μm。

4、根据权利要求 1~3 中任一项所述的隔离膜，其中，满足以下条件中的一个或多个：

（a）所述含氟碳材料的通式为 CFx，$1 \leqslant x \leqslant 1.25$；

（b）所述含氟碳材料的粒径为 50nm~1μm；

（c）所述含氟碳材料的体积粒径 Dv50 为 50nm~500nm；

（d）所述含氟碳材料的体积粒径 Dv90≤1μm。

5、根据权利要求 1~4 中任一项所述的隔离膜，其中，所述涂层的面密度为 3.5g/m^2~15g/m^2；和/或，所述涂层中含氟碳材料的面密度为 2g/m^2~14.5g/m^2。

6、根据权利要求 1~5 中任一项所述的隔离膜，其中，以所述含氟碳材料的质量为基准，所述固态电解质和/或所述金属氧化物的总的质量百分含量≤70%。

7、根据权利要求 1~6 中任一项所述的隔离膜，其中，所述固态电解质和所述金属氧化物的润湿角分别独立地≤15°。

8、根据权利要求 1~7 中任一项所述的隔离膜，其中，所述固态电解质在 25℃下的离子电导率≥10^{-4}S/cm；和/或，所述金属氧化物的嵌锂容量≥600mAh/g。

9、根据权利要求 1~8 中任一项所述的隔离膜，其中，所述固态电解质包括氧化物电解质、硫化物电解质、酸盐电解质中的一种或多种；和/或，

所述金属氧化物包括 Fe 的氧化物、Sn 的氧化物、Ti 的氧化物、Cu 的氧化物、Mn 的氧化物、Al 的氧化物、Ge 的氧化物、Zr 的氧化物、Zn 的氧化物中的一种或多种。

10、根据权利要求 1~9 中任一项所述的隔离膜，其中，以所述含氟碳材料的质量为基准，所述固态电解质和/或所述金属氧化物的总的质量百分含量为 20%~50%；和/或，

所述固态电解质包括 $Li_7La_3Zr_2O_{12}$、$Li_{1.4}Al_{0.4}Ti_{1.6}(PO_4)_3$、$Li_{1.5}Al_{0.5}Ge_{1.5}(PO_4)_3$、$Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$、

$LiTi_2(PO_4)_3$、Li_3PS_4、$Li_{10}GeP_2S_{12}$、Li_6PS_5Cl 中的一种或多种。

11、根据权利要求 1~10 中任一项所述的隔离膜，其中，所述涂层还包括：补锂材料。

12、根据权利要求 11 所述的隔离膜，其中，以所述含氟碳材料的质量为基准，所述补锂材料的质量百分含量≤25%；和/或，

所述补锂材料包括 LiF、Li_3N、M 包覆的 Li_2O、Li_xSi 包覆的 Li_2O 中的一种或多种，M 包括 Fe、Co、Ni、Mn 中的一种或多种，x 的取值范围为 0.5~3.75。

13、根据权利要求 1~12 中任一项所述的隔离膜，其中，所述涂层还包括：粘结剂、分散剂、增稠剂中的一种或多种。

14、根据权利要求 13 所述的隔离膜，其中，以所述涂层的质量为基准，所述涂层满足以下条件中的一个或多个：

（I）所述粘结剂的质量百分含量为 0.5%~5%；

（II）所述分散剂的质量百分含量≤2%；

（III）所述增稠剂的质量百分含量≤2%。

15、根据权利要求 13 或 14 所述的隔离膜，其中，以所述涂层的质量为基准，所述涂层满足以下条件中的一个或多个：

（i）所述粘结剂的质量百分含量为 1%~3%；

（ii）所述分散剂的质量百分含量为 1%~1.5%；

（iii）所述增稠剂的质量百分含量为 1%~1.5%。

16、根据权利要求 1~15 中任一项所述的隔离膜，其中，满足以下条件中的一个或多个：

（A）单层所述涂层的厚度为 1.5μm~3.5μm；

（B）所述涂层的总厚度≤5μm；

（C）所述涂层的总厚度与所述基膜的厚度的比值为 1：（2.5~10）。

17、根据权利要求 1~16 中任一项所述的隔离膜，其中，所述涂层仅设在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧，并满足以下条件中的一个或多个：

（一）所述基膜沿其厚度方向分布的两侧分别靠近正极极片和负极极片，所述基膜靠近负极极片的一侧设有所述涂层；

（二）设在所述基膜靠近所述负极极片的一侧的所述涂层的厚度≥设在所述基膜靠近所述正极极片的一侧的所述涂层的厚度；

（三）所述基膜的厚度≥7μm。

18、根据权利要求 1~16 中任一项所述的隔离膜，其中，所述涂层仅设在所述基膜沿其厚度方向的中部，并满足以下两个条件中的一个或两个：

（α）位于所述涂层沿其厚度方向的两侧的所述基膜的厚度分别独立地≤9μm；

（β）所述涂层中包括补锂材料，以所述含氟碳材料的质量为基准，所述补锂材料的质量百分含量≤10%。

19、根据权利要求 18 所述的隔离膜，其中，位于所述涂层沿其厚度方向的两侧的所述基膜的厚度分别独立地为 5μm~9μm。

20、根据权利要求 1~19 中任一项所述的隔离膜，其中，所述隔离膜的刺穿强度≥350gf；和/或，所述涂层在 25℃下的电子电导率为 10^{-6}mS/cm~10^{-10}mS/cm。

21、根据权利要求 1~20 中任一项所述的隔离膜，其中，单层所述涂层的厚度为 1.5μm~3μm；和/或，所述隔离膜的刺穿强度≥450gf。

22、一种制备权利要求 1~21 中任一项所述的隔离膜的方法，其中，包括：

在基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧形成涂层；和/或，在所述基膜沿其厚度方向的中部形成所述涂层，所述涂层包括含氟碳材料，以及固态电解质和/或金属氧化物。

23、根据权利要求 22 所述的方法，其中，包括：

将包括含氟碳材料、固态电解质和/或金属氧化物、粘接剂在内的涂层原料与溶剂混合，得到涂层浆料；

在所述基膜沿其厚度方向分布的两侧中的至少一侧涂覆所述涂层浆料，得到所述涂层；或者，所述基膜包括第一基膜和第二基膜，在所述第一基膜沿其厚度方向分布的两侧中的其中一侧涂覆所述涂层浆料，形成所述涂层，并将所述第二基膜叠放于所述涂层远离所述第一基膜的一侧上。

24、一种电池，其中，包括：权利要求 1~21 中任一项所述的隔离膜，和/或采用权利要求 22 或 23 所述的方法制得的隔离膜。

25、一种用电装置，其中，包括：权利要求 24 所述的电池。

说明书附图



图 1

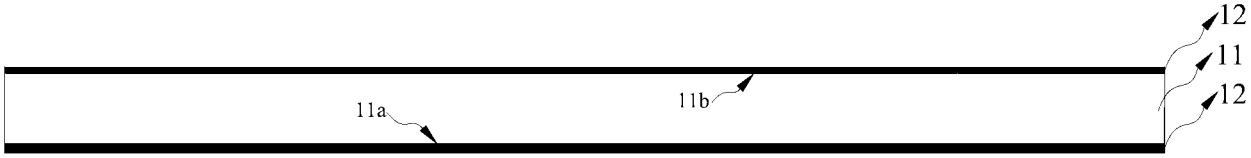


图 2

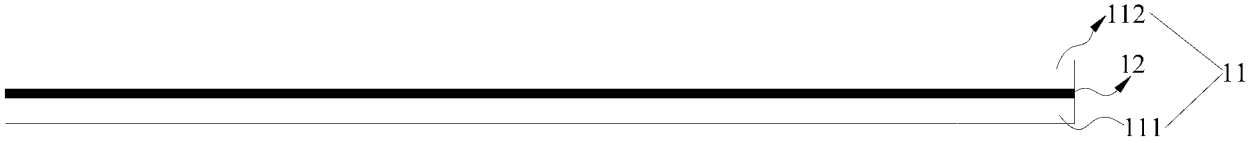


图 3

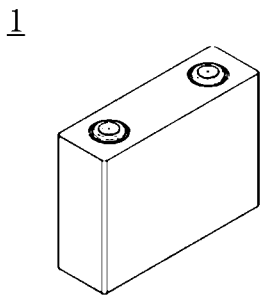


图 4

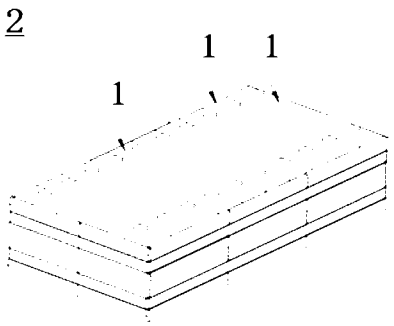


图 5

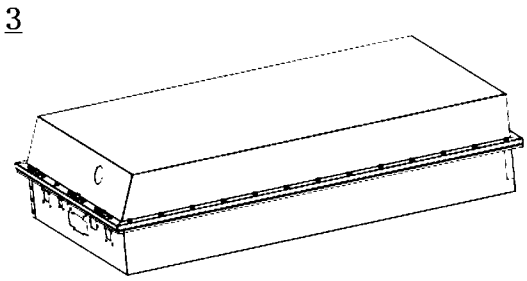


图 6

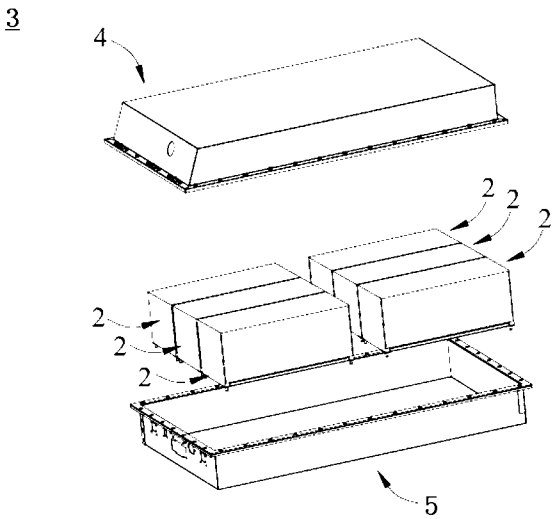


图 7

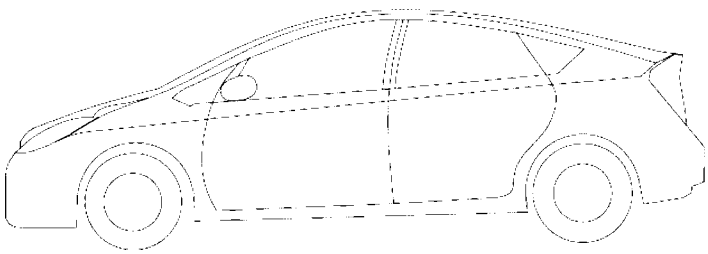


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/092042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M50/449(2021.01)i; H01M50/403(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: H01M50/-

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)

CJFD, CNTXT, ENTXTC, VEN, WPABSC, CNKI: 补锂, 电解质, 氟化, 氟化石墨, 氟化石墨烯, 氟化碳, 氟化碳纳米管, 氟化炭, 氟碳, 氟炭, 隔, 膜, 固态电解质, 石墨, 氧化, 氧化铝, 氧化铁, 氧化锌, 氧化钛, 锂, Al2O3, CF, film, fluoride, Li, graphite fluoride, isolating membrane

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110176568 A (JIANGSU HIGEE ENERGY CO., LTD.) 27 August 2019 (2019-08-27) description, embodiment 5, and paragraphs [0002], [0040], and [0048]	1-4, 8-9, 13, 21-23
Y	CN 110176568 A (JIANGSU HIGEE ENERGY CO., LTD.) 27 August 2019 (2019-08-27) description, embodiment 5, and paragraphs [0002], [0040], and [0048]	1-25
Y	CN 115954615 A (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 April 2023 (2023-04-11) description, embodiment 1, and paragraph [0033]	1-25
A	CN 111564591 A (BEIHANG UNIVERSITY) 21 August 2020 (2020-08-21) description, embodiment 1	1-25
A	CN 114361711 A (BEIJING WELION NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 April 2022 (2022-04-15) description, embodiment 1	1-25
A	US 2023352664 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 November 2023 (2023-11-02) description, embodiment 1	1-25

☐ 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	Date of mailing of the international search report
24 June 2024	**03 July 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/092042

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 110176568 A	27 August 2019	None	
CN 115954615 A	11 April 2023	None	
CN 111564591 A	21 August 2020	None	
CN 114361711 A	15 April 2022	None	
US 2023352664 A1	02 November 2023	WO 2023040355 A1	23 March 2023
		EP 4246609 A1	20 September 2023

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/092042

A. 主题的分类

H01M50/449(2021.01)i；H01M50/403(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：H01M50/−

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））

CJFD,CNTXT,ENTXTC,VEN,WPABSC,CNKI:补锂,电解质,氟化,氟化石墨,氟化石墨烯,氟化碳,氟化碳纳米管,氟化炭,氟碳,氟炭,隔,膜,固态电解质,石墨,氧化,氧化铝,氧化铁,氧化锌,氧化钛,锂,Al2O3,CF,film,fluoride,Li,graphite fluoride,isolating membrane

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	CN 110176568 A (江苏海基新能源股份有限公司) 2019年8月27日 (2019 - 08 - 27) 说明书实施例5，第[0002]、[0040]、[0048]段	1−4、8−9、13、21−23
Y	CN 110176568 A (江苏海基新能源股份有限公司) 2019年8月27日 (2019 - 08 - 27) 说明书实施例5，第[0002]、[0040]、[0048]段	1−25
Y	CN 115954615 A (蜂巢能源科技股份有限公司) 2023年4月11日 (2023 - 04 - 11) 说明书实施例1，第[0033]段	1−25
A	CN 111564591 A (北京航空航天大学) 2020年8月21日 (2020 - 08 - 21) 说明书实施例1	1−25
A	CN 114361711 A (北京卫蓝新能源科技有限公司) 2022年4月15日 (2022 - 04 - 15) 说明书实施例1	1−25
A	US 2023352664 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2023年11月2日 (2023 - 11 - 02) 说明书实施例1	1−25

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2024年6月24日	2024年7月3日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	杨森 电话号码 (+86) 010−53962347

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/092042

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 110176568 A	2019年8月27日	无	
CN 115954615 A	2023年4月11日	无	
CN 111564591 A	2020年8月21日	无	
CN 114361711 A	2022年4月15日	无	
US 2023352664 A1	2023年11月2日	WO 2023040355 A1	2023年3月23日
		EP 4246609 A1	2023年9月20日