

(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4月25日 (25.04.2024)



(10) 国际公布号  
**WO 2024/082123 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H01M 10/0525** (2010.01) **H01M 10/0568** (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/125847

(22) 国际申请日: 2022年10月18日 (18.10.2022)

(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: 傅寒立 (FU, Hanli); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。李振华 (LI, Zhenhua); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。李星 (LI, Xing); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。汤强强 (TANG, Qiangqiang); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。牛少军 (NIU, Shaojun); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。金海族 (JIN, Haizu); 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: 北京华进京联知识产权代理有限公司 (ACIP LAW OFFICES); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1403, Beijing 100191 (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, 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: ELECTROLYTE SOLUTION, SECONDARY BATTERY, BATTERY MODULE, BATTERY PACK, AND ELECTRIC DEVICE

(54) 发明名称: 电解液、二次电池、电池模块、电池包和用电装置

(57) Abstract: The present application relates to an electrolyte solution. The electrolyte solution comprises an organic solvent and an electrolyte salt dissolved in the organic solvent, wherein the electrolyte salt comprises an alkali metal double salt, and the alkali metal double salt contains a lithium ion and at least one other alkali metal ion other than the lithium ion. The present application also relates to a corresponding secondary battery, battery module, battery pack and electric device. According to the electrolyte solution, an alkali metal double salt containing a lithium ion and at least one other alkali metal ion other than the lithium ion is used in an electrolyte salt, such that the cycle performance of a secondary battery can be effectively improved, and the cycle life of the secondary battery is prolonged; and extra impurities cannot be introduced, such that side reactions cannot be caused.

(57) 摘要: 本申请涉及一种电解液, 所述电解液包括有机溶剂和溶解在所述有机溶剂中的电解质盐; 其中, 所述电解质盐中包括碱金属复盐, 所述碱金属复盐中含有锂离子以及至少一种除锂离子之外的其他碱金属离子。并涉及相应的二次电池、电池模块、电池包和用电装置。该电解液由于在电解质盐中采用含有锂离子和至少一种除锂离子之外的其他碱金属离子的碱金属复盐, 能够有效改善二次电池的循环性能, 提高二次电池的循环寿命, 且不会导入额外杂质, 不会造成副反应。

WO 2024/082123 A1

## 电解液、二次电池、电池模块、电池包和用电装置

### 技术领域

5           本申请涉及二次电池技术领域，尤其涉及一种电解液、二次电池、电池模块、电池包和用电装置。

### 背景技术

          近年来，随着二次离子电池的应用范围越来越广泛，二次电池广泛应  
10   用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，以及电动工具、电动自行车、电动摩托车、电动汽车、军事装备、航空航天等多个领域。由于二次电池取得了极大的发展，因此对二次离子的循环寿命也提出了更高的要求。

          伴随能量密度需求的提升，三元正极的需求和设计使用由最早的低镍  
15   材料到如今的高镍材料，而高镍材料的整体寿命都较差。其原因在于，一方面，镍含量的增多势必造成更多锂镍混排进而降低电池循环寿命；另一方面，常规的锂盐电解液形成的电极表面固体电解质两相界面（SEI，solid electrolyte interphase）膜中有机锂含量少，有机锂含量少会发生溶剂分子共嵌入，从而破坏电极材料，进而降低二次电池的循环寿命。

20           电解液是二次电池的重要组成部分，电解液决定了 SEI 膜的成分和结构，对二次电池电极结构的稳定性及循环寿命有着重要影响。对电解液进行优化设计是改善二次电池循环寿命的主要手段。因此，寻求能够更好地提高二次电池循环寿命的电解液，是本领域技术人员重点关注的研究方向之一。

## 发明内容

本申请是鉴于上述课题而进行的，其目的在于，提供一种电解液、二次电池、电池模块、电池包和用电装置，可以使包含该电解液的二次电池具有较高的循环寿命。

5 为了达到上述目的，本申请的第一方面提供一种电解液，包括有机溶剂和溶解在所述有机溶剂中的电解质盐；所述电解质盐中包括碱金属复盐，所述碱金属复盐中含有锂离子以及至少一种除锂离子之外的其他碱金属离子。

在任意实施方式中，所述碱金属复盐中所述其他碱金属离子包括钠离子和钾离子。  
10

在任意实施方式中，所述碱金属复盐中同时含有钠离子和钾离子。

在任意实施方式中，所述碱金属复盐包括  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PF}_6$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BOB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{ODFB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFOP}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFSI}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{FSI}$  和  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BODFP}$  中的一种或多种；

15 其中， $a+b+c=1$ ， $0.5 \leq a < 1$ 。

在任意实施方式中，所述电解质盐中还含有基础锂盐，所述基础锂盐包括  $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBOB}$ 、 $\text{LiODFB}$ 、 $\text{LiTFOP}$ 、 $\text{LiPO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{LiTFSI}$ 、 $\text{LiFSI}$  和  $\text{LiBODFP}$  中的一种或多种。

在任意实施方式中，所述电解质盐中所述基础锂盐与所述碱金属复盐  
20 的质量比为  $X:1$ ；

其中， $0.65 \leq X < 1$ 。

在任意实施方式中， $0.7 \leq X < 0.9$ 。

在任意实施方式中，所述基础锂盐与所述碱金属复盐的阴离子种类相同。

25 在任意实施方式中，所述电解质盐在所述电解液中的物质的量浓度为

0.5 mol/L~2 mol/L。

在任意实施方式中，所述有机溶剂包括碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯、甲酸甲酯、乙酸甲酯、丁酸甲酯、丙酸乙酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯和碳酸二乙酯中的一种或多种。

5 本申请的第二方面还提供一种二次电池，包括本申请第一方面的电解液。

在任意实施方式中，所述二次电池的正极极片中的正极活性材料为层状结构正极活性材料。

本申请的第三方面还提供一种电池模块，包括本申请的第二方面的二  
10 次电池。

本申请的第四方面还提供一种电池包，包括本申请的第三方面的电池模块。

本申请的第五方面还提供一种用电装置，包括本申请的第二方面的二  
15 次电池、本申请的第三方面的电池模块或本申请的第四方面的电池包中的至少一种。

本申请的电解液，通过在电解质盐中采用包括锂离子和至少一种除锂离子之外的碱金属离子的碱金属复盐；一方面，该碱金属复盐中除锂之外的碱金属离子（如钠离子、钾离子）的半径比锂大，可以在首次放电过程中嵌入层状正极的部分锂位，提高层状结构稳定性，防止层状正极的 Li/Ni  
20 混排，进而提高二次电池的循环性能；另一方面，碱金属复盐中的钠离子、钾离子等有助于在首次充放电 SEI 膜形成过程中提高 SEI 中有机锂的成分，进而可有效改善溶剂分子的共嵌入，避免因溶剂分子共嵌入对电极材料造成破坏，大大提高电极的循环性能；再一方面，将锂盐中的部分锂位替换成离子半径更大的钠盐、钾盐等，钠离子、钾离子可以与锂离子占据相同  
25 空间位，能级相同，锂盐中原位锂位占据的钠离子和钾离子结构更稳定，

锂空穴提供了储钠和储钾的稳定空间，钠离子和钾离子脱离和嵌入相应锂位的失效率降低，有利于钠钾离子更持久的作用，且在充放电离子脱出时具有相同的运动轨迹，可以定量改善电芯的循环寿命，且不会导入额外杂质，不会造成副反应。

5

## **附图说明**

图 1 是本申请一实施方式的二次电池的示意图。

图 2 是图 1 所示的本申请一实施方式的二次电池的分解图。

图 3 是本申请一实施方式的电池模块的示意图。

10 图 4 是本申请一实施方式的电池包的示意图。

图 5 是图 4 所示的本申请一实施方式的电池包的分解图。

图 6 是本申请一实施方式的二次电池用作电源的用电装置的示意图。

附图标记说明：

1 电池包；2 上箱体；3 下箱体；4 电池模块；5 二次电池；51 壳体；

15 52 电极组件；53 盖板；6 用电装置。

## **具体实施方式**

以下，适当地参照附图详细说明具体公开了本申请的电解液、二次电  
池、电池模块、电池包和用电装置的实施方式。但是会有省略不必要的详  
20 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”以下限和上限的形式来限定，给定范围是通过  
25 选定一个下限和一个上限进行限定的，选定的下限和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，即任何下限可以与任何上限组合形成一个范围。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、  
5 1~5、2~3、2~4 和 2~5。在本申请中，除非有其他说明，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 $\geq 2$ 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、  
10 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。

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。

15 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。例如，所述方法包括步骤(a)和(b)，表示所述方法可包括顺序进行的步骤(a)和(b)，也可以包括顺序进行的步骤(b)和(a)。例如，所述提到所述方法还可包括步骤(c)，表示步骤(c)可以任意顺序加入到所述方法，例如，所述方法可以包括步骤(a)、(b)和(c)，也可包括步骤  
20 (a)、(c)和(b)，也可以包括步骤(c)、(a)和(b)等。

如果没有特别的说明，本申请所提到的“包括”和“包含”表示开放式，也可以是封闭式。例如，所述“包括”和“包含”可以表示还可以包括或包含没有列出的其他组分，也可以仅包括或包含列出的组分。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“或”是包括性的。举例来说，  
25 短语“A 或 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）。

目前，由于二次电池取得了极大的发展，对二次电池的循环性能也提出了更高的要求。循环性能优异的二次电池对电解液具有很高的要求。因此，寻求能够更好地提高二次电池的循环性能的电解液是本领域技术人员重点关注的研究方向之一。

随着对二次电池能量密度需求的提升，三元正极材料现多采用高镍材料，而高镍材料的整体寿命一般较差。一方面，镍含量的增多势必造成更多锂镍混排，进而降低二次电池的循环寿命；另一方面，常规的锂盐电解液形成的SEI膜中的有机锂含量少，容易发生溶剂分子共嵌入从而破坏电极材料，进而使二次电池的循环寿命下降。

发明人研究发现一种电解液，在电解液的电解质盐中使用碱金属复盐，该碱金属复盐中含有锂离子以及除锂离子之外的其他碱金属离子（如钠、钾等）。该电解液能够有效改善二次电池的循环性能，提高二次电池的循环寿命。

在一些实施方式中，本申请的第一方面提供了一种电解液，包括有机溶剂和溶解在所述有机溶剂中的电解质盐；其中，所述电解质盐中包括碱金属复盐，所述碱金属复盐中含有锂离子以及至少一种除锂离子之外的其他碱金属离子。

本申请的电解液，通过在电解质盐中采用含有锂离子和至少一种除锂离子之外的其他碱金属离子的碱金属复盐；该碱金属复盐中除锂之外的其他碱金属离子（如钠离子、钾离子）的半径比锂大，可以在首次放电过程中嵌入层状正极的部分锂位，提高层状结构稳定性，防止层状正极的Li/Ni混排，进而提高二次电池的循环性能。

另一方面，该碱金属复盐中的钠离子、钾离子等有助于在首次充放电

SEI 膜形成过程中提高 SEI 中有机锂的成分，进而可有效改善溶剂分子的共嵌入，避免因溶剂分子共嵌入对电极材料造成破坏，大大提高电极的循环性能。

若将钠盐、钾盐等直接加入到锂盐中作为电解质盐；一方面，在电解液的生产工艺中，需要使用额外管道增加额外导入和提纯工序来引入钠盐、钾盐等，这一系列工艺都需要额外设备导入支持和增加生产成本；另一方面，简单的在锂盐中加入钠盐、钾盐，钠、钾离子会大量游离在电解液中，这些钠、钾离子未受离子键的束缚，离子无规律性运动较大，无法定量地控制对 SEI 膜的改善，且简单的添加钠盐、钾盐会引入额外阴离子；在相同溶剂中，金属盐的种类会改变电解液的热力学稳定性与溶剂化结构，从而影响电解液的分解行为，进而改变电极|电解液的界面特性与电极的电化学性能；不同阴离子间电负性不同，阴离子会进入溶剂化层，参与溶剂化结构反应，进而加速电解液的分解，造成不可逆损失。

本申请采用锂盐中的部分锂位替换为离子半径更大的钠盐、钾盐等的碱金属复盐；相比于直接在锂盐中添加钠盐、钾盐的方式，碱金属复盐中的钠离子、钾离子可以与锂离子占据相同的空间位，能级相同，锂盐中原位锂位占据的钠离子和钾离子结构更稳定，锂空穴提供了储钠和储钾的稳定空间，钠离子和钾离子脱离和嵌入相应锂位的失效率降低，有利于钠钾离子更持久的作用，且在充放电离子脱出时具有相同的运动轨迹，可以定量地改善二次电池的循环寿命，且不会导入额外杂质，不会造成副反应。

在一些实施方式中，碱金属复盐中的其他碱金属离子包括钠离子和钾离子。可以理解，其他碱金属离子还可以包括铷离子、铯离子等碱金属离子。

在一些实施方式中，碱金属复盐中同时含有钠离子和钾离子。即碱金属复盐中包括两种以上的其他碱金属离子，该两种以上的其他碱金属离子



包括钠离子和钾离子。

在一些实施方式中，碱金属复盐包括  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PF}_6$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BOB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{ODFB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFOP}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFSI}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{FSI}$  和  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BODFP}$  中的一种或多种；其中， $a+b+c=1$ ， $0.5 \leq a$   
5  $< 1$ 。由此，上述的碱金属复盐中的其他碱金属离子为钠和钾。电解质盐采用上述的碱金属复盐，可以有效地提高二次电池的循环寿命。其中  $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别表示上述碱金属复盐分子式中锂、钠、钾的原子数。

可以理解，上述“ $0.5 \leq a < 1$ ”中，取值包括该范围的最小值及最大值，以及这种最小值与最大值之间的每一个值，具体示例包括但不限于实施例  
10 中的点值以及：0.6、0.7、0.8、0.9。

在任意实施方式中，电解质盐中还含有基础锂盐，该基础锂盐包括  $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBOB}$ 、 $\text{LiODFB}$ 、 $\text{LiTFOP}$ 、 $\text{LiPO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{LiTFSI}$ 、 $\text{LiFSI}$  和  $\text{LiBODFP}$  中的一种或多种。由此，电解质盐中同时包含有碱金属复盐和基础锂盐。可以理解，在其他一些实施方式中，电解质盐中可以仅包括碱金属复盐，  
15 而不包括上述的基础锂盐。

进一步地，当电解质盐中同时包含有碱金属复盐和基础锂盐时，碱金属复盐中的阴离子与基础锂盐中的阴离子种类相同。

在任意实施方式中，电解质盐中的基础锂盐与碱金属复盐的质量比为  $X: 1$ ；其中， $0.65 \leq X < 1$ 。可理解，电解质盐中基础锂盐的质量含量小于  
20 碱金属复盐的质量含量。

可以理解，上述“ $0.65 \leq X < 1$ ”中，取值包括该范围的最小值及最大值，以及这种最小值与最大值之间的每一个值，具体示例包括但不限于实施例中的点值以及：0.68、0.70、0.72、0.75、0.78、0.80、0.82、0.85、  
0.88、0.90、0.92、0.95、0.98。

25 在任意实施方式中， $0.7 \leq X < 0.9$ 。

在任意实施方式中，电解质盐在电解液中的物质的量浓度为 0.5 mol/L~2 mol/L。

在任意实施方式中，有机溶剂包括碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯、甲酸甲酯、乙酸甲酯、丁酸甲酯、丙酸乙酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙  
5 烯酯和碳酸二乙酯中的一种或多种。即，电解液中的有机溶剂可以包括上述有机溶剂中的任意一种，也可以同时包括上述有机溶剂中的两种或两种以上。

本申请的第二方面还提供一种二次电池，包括本申请第一方面的电解液。由此，所述二次电池具有良好的循环性能，具有较长的循环寿命。

10 在任意实施方式中，所述二次电池的正极极片中的正极活性材料为层状结构正极活性材料。

本申请的第三方面还提供一种电池模块，包括本申请的第二方面的二次电池。

15 本申请的第四方面还提供一种电池包，包括本申请的第三方面的电池模块。

本申请的第五方面还提供一种用电装置，包括本申请的第二方面的二次电池、本申请的第三方面的电池模块或本申请的第四方面的电池包中的至少一种。

20 以下适当参照附图对本申请的二次电池、电池模块、电池包和用电装置进行说明。

本申请的一个实施方式中，提供一种二次电池。

通常情况下，二次电池包括正极极片、负极极片、电解液和隔离膜。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。电解液在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。隔离膜设置在正极极片和负极极片之间，主要起到防止正负极短路的作用，同时可以  
25

使离子通过。

[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的正极膜层，所述正极膜层包括正极活性材料。

5 作为示例，正极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，正极膜层设置在正极集流体相对的两个表面的其中任意一者或两者上。

在一些实施方式中，所述正极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可采用铝箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基层至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料形成在高分子材料基材上而形成。其中，金属材料包括但不限于铝、铝合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等。高分子材料基材（如聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等的基材）。

在一些实施方式中，正极活性材料可包含本领域公知的用于电池的正极活性材料。作为示例，正极活性材料可包括以下材料中的至少一种：橄榄石结构的含锂磷酸盐、锂过渡金属氧化物及其各自的改性化合物。但本申请并不限于这些材料，还可以使用其他可被用作电池正极活性材料的传统材料。这些正极活性材料可以仅单独使用一种，也可以将两种以上组合使用。其中，锂过渡金属氧化物的示例可包括但不限于锂钴氧化物（如  $\text{LiCoO}_2$ ）、锂镍氧化物（如  $\text{LiNiO}_2$ ）、锂锰氧化物（如  $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ）、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（如  $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ （也可以简称为  $\text{NCM}_{333}$ ）、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ （也可以简称为  $\text{NCM}_{523}$ ）、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{O}_2$ （也可以简称为  $\text{NCM}_{211}$ ）、 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ （也可以简称为  $\text{NCM}_{622}$ ）、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ （也可以简称为  $\text{NCM}_{811}$ ）、锂镍钴铝氧化物（如  $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ ）及其改性化

合物等中的至少一种。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（如  $\text{LiFePO}_4$ （也可以简称为 LFP））、磷酸铁锂与碳的复合材料、磷酸锰锂（如  $\text{LiMnPO}_4$ ）、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中的至少一种。

5 所述正极活性材料在正极膜层中的重量比为 80~100 重量%，基于正极膜层的总重量计。

在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括粘结剂。作为示例，所述粘结剂可以包括聚偏氟乙烯（PVDF）、聚四氟乙烯（PTFE）、偏氟乙烯-四氟乙烯-丙烯三元共聚物、偏氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三元共聚物、四氟  
10 乙烯-六氟丙烯共聚物及含氟丙烯酸酯树脂中的至少一种。所述粘结剂在正极膜层中的重量比为 0~20 重量%，基于正极膜层的总重量计。

在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括导电剂。作为示例，所述导电剂可以包括超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。所述导电剂在正极膜层中的重量比为 0~20  
15 重量%，基于正极膜层的总重量计。

在一些实施方式中，可以通过以下方式制备正极极片：将上述用于制备正极极片的组分，例如正极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他的组分分散于溶剂（例如 N-甲基吡咯烷酮）中，形成正极浆料，其中所述正极浆料固含量为 40~80wt%，室温下的粘度调整到 5000~25000mPa·s，将正极  
20 浆料涂覆在正极集流体的表面，烘干后经过冷轧机冷压后形成正极极片；正极粉末涂布单位面密度为 150~350mg/m<sup>2</sup>，正极极片压实密度为 3.0~3.6g/cm<sup>3</sup>，可选为 3.3~3.5g/cm<sup>3</sup>。

所述压实密度的计算公式为：

压实密度=涂布面密度/（挤压后极片厚度-集流体厚度）。

25

## [负极极片]

负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上的负极膜层，所述负极膜层包括负极活性材料。

作为示例，负极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，负极膜层设置在负极集流体相对的两个表面中的任意一者或两者上。

在一些实施方式中，所述负极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可以采用铜箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基材至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料形成在高分子材料基材上而形成。其中，金属材料包括但不限于铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等，高分子材料基材包括但不

10 限于聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等基材。

在一些实施方式中，负极活性材料可采用本领域公知的用于电池的负极活性材料。作为示例，负极活性材料可包括以下材料中的至少一种：人造石墨、天然石墨、软炭、硬炭、硅基材料、锡基材料和钛酸锂等。所述硅基材料可选自单质硅、硅氧化合物、硅碳复合物、硅氮复合物以及硅合金中的至少一种。所述锡基材料可选自单质锡、锡氧化合物以及锡合金中的至少一种。但本申请并不限定于这些材料，还可以使用其他可被用作电

15 池负极活性材料的传统材料。这些负极活性材料可以仅单独使用一种，也可以将两种以上组合使用。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括粘结剂。所述粘结剂可选自丁苯橡胶（SBR）、聚丙烯酸（PAA）、聚丙烯酸钠（PAAS）、聚丙烯酰胺（PAM）、聚乙烯醇（PVA）、海藻酸钠（SA）、聚甲基丙烯酸（PMAA）及羧甲基壳聚糖（CMCS）中的至少一种。所述粘结剂在负极膜层中的重

25 量比为 0~30 重量%，基于负极膜层的总重量计。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括导电剂。导电剂可选自超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。所述导电剂在负极膜层中的重量比为 0~20 重量%，基于负极膜层的总重量计。

5 在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括其他助剂，例如增稠剂（如羧甲基纤维素钠（CMC-Na））等。所述其他助剂在负极膜层中的重量比为 0~15 重量%，基于负极膜层的总重量计。

10 在一些实施方式中，可以通过以下方式制备负极极片：将上述用于制备负极极片的组分，例如负极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他组分分散于溶剂（例如去离子水）中，形成负极浆料，其中所述负极浆料固含量为 30~70wt%，室温下的粘度调整到 2000~10000mPa·s；将所得到的负极浆料涂覆在负极集流体上，经过干燥工序，冷压例如对辊，得到负极极片。负极粉末涂布单位面密度为 75~220mg/m<sup>2</sup>，负极极片压实密度 1.2~2.0g/m<sup>3</sup>。

15 [电解液]

电解液在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。本申请的二次电池中，采用本申请的电解液。该电解液包括电解质盐和有机溶剂；其中，所述电解质盐中包括碱金属复盐，所述碱金属复盐中包括锂离子以及至少一种除锂离子之外的碱金属离子。

20 在一些实施方式中，碱金属复盐包括  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PF}_6$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BOB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{ODFB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFOP}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFSI}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{FSI}$  和  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BODFP}$  中的一种或多种；其中， $a+b+c=1$ ， $0.5 \leq a < 1$ 。

25 在一些实施方式中，所述电解质盐中还包括基础锂盐，所述基础锂盐包括  $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBOB}$ 、 $\text{LiODFB}$ 、 $\text{LiTFOP}$ 、 $\text{LiPO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{LiTFSI}$ 、 $\text{LiFSI}$  和

LiBODFP 中的一种或多种。

在一些实施方式中，所述电解质盐中所述基础锂盐与所述碱金属复盐的质量比为 X: 1；其中， $0.65 \leq X < 1$ 。

5 在一些实施方式中，有机溶剂包括碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯和碳酸二乙酯中的一种或多种。

在一些实施方式中，所述电解液还可选地包括添加剂。例如添加剂可以包括负极成膜添加剂、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、改善电池高温或低温性能

10

[隔离膜]

在一些实施方式中，二次电池中还包括隔离膜。本申请对隔离膜的种类没有特别的限制，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多孔结构隔离膜。

15

在一些实施方式中，隔离膜的材质可选自玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的至少一种。隔离膜可以是单层薄膜，也可以是多层复合薄膜，没有特别限制。在隔离膜为多层复合薄膜时，各层的材料可以相同或不同，没有特别限制。

在一些实施方式中，所述隔离膜的厚度为 6~40 $\mu\text{m}$ ，可选为 12~20 $\mu\text{m}$ 。

20

在一些实施方式中，正极极片、负极极片和隔离膜可通过卷绕工艺或叠片工艺制成电极组件。

在一些实施方式中，二次电池可包括外包装。该外包装可用于封装上述电极组件及电解质。

25

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、钢壳等。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，作为塑料，可列举出聚丙烯、聚对苯二甲酸丁二醇酯以及聚丁二酸丁二醇酯等。

本申请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。例如，图 1 是作为一个示例的方形结构的二次电池 5。

5 在一些实施方式中，参照图 2，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。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 52。电极组件 52 封装于所述容纳腔内。电解液浸润于电极组件  
10 52 中。二次电池 5 所含电极组件 52 的数量可以为一个或多个，本领域技术人员可根据具体实际需求进行选择。

在一些实施方式中，参照图 3，二次电池 5 可以组装成电池模块 4，电池模块 4 所含二次电池 5 的数量可以为一个或多个，具体数量本领域技术人员可根据电池模块 4 的应用和容量进行选择。

15 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。

可选地，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。

20 在一些实施方式中，参照图 4 和图 5，上述电池模块 4 还可以组装成电池包 1，电池包 1 所含电池模块 4 的数量可以为一个或多个，具体数量本领域技术人员可根据电池包 1 的应用和容量进行选择。

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  
25 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。

另外，本申请还提供一种用电装置 6，所述用电装置 6 包括本申请提供的二次电池 5、电池模块 4、或电池包 1 中的至少一种。所述二次电池 5、  
5 电池模块 4、或电池包 1 可以用作所述用电装置 6 的电源，也可以用作所述  
用电装置 6 的能量存储单元。所述用电装置 6 可以包括移动设备（例如手机、笔记本电脑等）、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、电动卡车等）、电气列车、船舶及卫星、储能系统等，但不限于此。

10 作为所述用电装置 6，可以根据其使用需求来选择二次电池 5、电池模块 4 或电池包 1。

图 4 是作为一个示例的用电装置 6。该用电装置 6 为纯电动车、混合动力电动车、或插电式混合动力电动车等。为了满足该用电装置 6 对二次电池 5 的高功率和高能量密度的需求，可以采用电池包 1 或电池模块 4。

15 作为另一个示例的装置可以是手机、平板电脑、笔记本电脑等。该装置通常要求轻薄化，可以采用二次电池 5 作为电源。

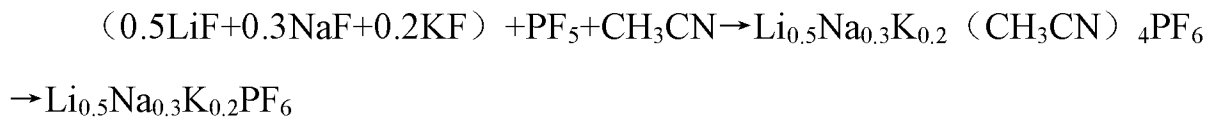
### 实施例

为了使本申请所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚，以下将结合实施例和附图对本申请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  
20 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。

25 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:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。其中，电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6$  可通过氟化氢溶剂法制备得到，其反应过程可表示如下：



二次电池正极极片的制备：1) 将聚偏氟乙烯（PVDF）、层状结构正极活性材料  $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ 、导电剂炭黑 Super P 按质量比 90:5:5 混合，以 N 甲基-吡咯烷酮（NMP）为溶剂，调节溶剂的加入量，使浆料粘度控制在 100 mPa.s~20000 mPa.s。使用涂布机或喷涂机将该浆料涂布在正极集流体上。在 85 °C 下烘干后进行冷压，然后切边、裁片、分条，再在 85 °C 真空条件下烘干 4 h，焊接极耳，制成满足要求的二次电池正极极片。

二次电池负极极片的制备：将负极活性材料石墨、导电剂 Super-P、增稠剂 CMC、粘接剂 SBR 按质量比 96.5:1.0:1.0:1.5 加入到溶剂去离子水中混合均匀制成负极浆料；将负极浆料涂布在集流体铜箔上并在 85 °C 下烘干，然后进行切边、裁片、分条，再在 110 °C 真空条件下烘干 4 h，焊接极耳，制成满足要求的二次电池负极极片。

二次电池的制备：以 12 μm 的聚丙烯薄膜作为隔离膜，将正极极片、隔离膜、负极极片按顺序叠好，使隔离膜处于正负极极片中间起到隔离的作用，然后卷绕成方形裸电芯。将裸电芯进行铝箔包装，注入电解液后真空封装，重复进行多次充放电，完成二次电池的制备。

### 实施例 2:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BOB}$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BOB}$  可通过氟化氢溶剂法制备  
5 得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 3:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
10 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{ODFB}$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{ODFB}$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

15

### 实施例 4:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
20 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{TFOP}$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{TFOP}$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 5:

25 二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以

及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PO}_2\text{F}_2$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PO}_2\text{F}_2$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

5 正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 6:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
10 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{TFSI}$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{TFSI}$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 15 实施例 7:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
20 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{FSI}$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{FSI}$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 8:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及  
25 碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为

EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BODFP}$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。电解质盐  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BODFP}$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

5

### 实施例 9:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.7}\text{Na}_{0.2}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。其中，电解质盐  $\text{Li}_{0.7}\text{Na}_{0.2}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 10:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.8}\text{Na}_{0.1}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。其中，电解质盐  $\text{Li}_{0.8}\text{Na}_{0.1}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 11:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.9}\text{Na}_{0.05}\text{K}_{0.05}\text{PF}_6$ 。配制成

25

浓度为 1M 的电解液。其中，电解质盐  $\text{Li}_{0.9}\text{Na}_{0.05}\text{K}_{0.05}\text{PF}_6$  可通过氟化氢溶剂法制备得到。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### 5       **实施例 12:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{LiPF}_6$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6$ 。  
 $\text{LiPF}_6$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6$  的质量比为 0.7: 1，配制成浓度为 1M 的电解液。

10       正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### **实施例 13:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
15       EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{LiBOB}$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BOB}$ 。  
 $\text{LiBOB}$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BOB}$  的质量比为 0.8: 1，配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### 20       **实施例 14:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{LiODFB}$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{ODFB}$ 。  
25        $\text{LiODFB}$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{ODFB}$  的质量比为 0.9:1，配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 15:

5 二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{PF}_6$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 10 实施例 16:

二次电池电解液的制备：以碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯以及碳酸甲丙酯的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为碳酸二甲酯：碳酸甲乙酯：碳酸甲丙酯=20:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{BOB}$ 。配制成浓度为 0.5M 的电解液。

15 正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 17:

二次电池电解液的制备：以甲酸甲酯、乙酸甲酯以及丁酸甲酯的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为甲酸甲酯：乙酸甲酯：丁酸甲酯=30:20:30。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{ODFB}$ 。配制成浓度为 1.5M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 18:

25 二次电池电解液的制备：以丙酸乙酯、碳酸乙烯酯以及碳酸丙烯酯的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为丙酸乙酯：碳酸乙烯酯：碳酸

丙烯酸酯=30:20:50。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TFOP}$ 。配制成浓度为 2M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### 5       **实施例 19:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{PO}_2\text{F}_2$ 。配制成浓度为 0.8M 的电解液。

10       正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### **实施例 20:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
15       EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TFSI}$ 。配制成浓度为 1.2M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### **实施例 21:**

20       二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=20:20:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{FSI}$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

25

#### **实施例 22:**



二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=20:20:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{BODFP}$ 。配制成浓度为 1.8M 的电解液。

5 正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 23:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
10 EC:PC:DEC=20:20:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.7}\text{K}_{0.3}\text{PF}_6$ 。配制成浓度为 0.9M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 24:

15 二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.8}\text{Na}_{0.2}\text{PF}_6$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

20

### 实施例 25:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
25 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{Li}_{0.9}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$ 。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 实施例 26:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{LiPF}_6$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{PF}_6$ 。 $\text{LiPF}_6$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{PF}_6$  的质量比为 0.7: 1。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 10 实施例 27:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{LiBOB}$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{BOB}$ 。 $\text{LiBOB}$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{BOB}$  的质量比为 0.8: 1。配制成浓度为 1M 的电解液。

15 正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 对比例 1:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{LiPF}_6$ ，配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 对比例 2:

25 二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为

EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为 LiBOB，配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

5       **对比例 3:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为 LiODFB。配制成浓度为 1M 的电解液。

10       正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

**对比例 4:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为 LiTFOP。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

**对比例 5:**

20       二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为 LiPO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

25

**对比例 6:**

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为 LiTFSI。配制成浓度为 1M 的电解液。

5 正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### 对比例 7:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
10 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为 LiFSI。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

#### 对比例 8:

15 二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为 LiBODFP。配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

20

#### 对比例 9:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为  
25 度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 对比例 10:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐全为  $\text{Li}_{0.3}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.4}\text{PF}_6$ ，配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 对比例 11:

二次电池电解液的制备：以碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）以及碳酸二乙酯（DEC）的混合物为有机溶剂，其中各组分的质量比为 EC:PC:DEC=30:30:40。电解液中的电解质盐为  $\text{LiPF}_6$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6$ 。 $\text{LiPF}_6$  和  $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6$  的质量比为 0.4: 1，配制成浓度为 1M 的电解液。

正极极片、负极极片以及二次电池的制备均与实施例 1 相同。

### 循环性能测试:

二次电池的循环性能测试条件为：在 25 °C 和 45 °C 下，将二次电池进行 1C/1C 循环充放电测试，充放电电压范围为 2.8 V~4.35 V，容量衰减至首次放电比容量的 80%（即 80% SOH（state of health））时停止测试。其中，SOH 为电池健康寿命，表征二次电池满充容量相对额定容量的百分比。新出厂二次电池的 SOH 为 100%。

对以上各实施例和对比例的二次电池进行循环性能测试，测试结果如表 1 所示。

表 1 各实施例和对比例的二次电池的循环性能测试数据

| 序号     | 电解质盐   | 25°C 1C/1C 循环寿命<br>@80%SOH | 45°C 1C/1C 循环寿命<br>@80%SOH |
|--------|--|----------------------------|----------------------------|
| 实施例 1  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6$                      | 2800 次                     | 1500 次                     |
| 实施例 2  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BOB}$                       | 1500 次                     | 900 次                      |
| 实施例 3  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{ODFB}$                      | 1700 次                     | 1100 次                     |
| 实施例 4  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{TFOP}$                      | 1800 次                     | 1150 次                     |
| 实施例 5  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PO}_2\text{F}_2$            | 1500 次                     | 950 次                      |
| 实施例 6  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{TFSI}$                      | 1400 次                     | 850 次                      |
| 实施例 7  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{FSI}$                       | 1300 次                     | 750 次                      |
| 实施例 8  | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BODFP}$                     | 1200 次                     | 600 次                      |
| 实施例 9  | $\text{Li}_{0.7}\text{Na}_{0.2}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$                      | 2600 次                     | 1300 次                     |
| 实施例 10 | $\text{Li}_{0.8}\text{Na}_{0.1}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$                      | 2400 次                     | 1200 次                     |
| 实施例 11 | $\text{Li}_{0.9}\text{Na}_{0.05}\text{K}_{0.05}\text{PF}_6$                    | 2200 次                     | 1100 次                     |
| 实施例 12 | $\text{LiPF}_6/\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{PF}_6; 0.7:1$ | 2300 次                     | 1250 次                     |
| 实施例 13 | $\text{LiBOB}/\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{BOB}; 0.8:1$   | 1200 次                     | 650 次                      |
| 实施例 14 | $\text{LiODFB}/\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.3}\text{K}_{0.2}\text{ODFB}; 0.9:1$ | 1400 次                     | 750 次                      |
| 实施例 15 | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{PF}_6$                                    | 2780 次                     | 1500 次                     |
| 实施例 16 | $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{BOB}$                                      | 1500 次                     | 920 次                      |
| 实施例 17 | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{ODFB}$                                    | 1700 次                     | 1100 次                     |
| 实施例 18 | $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TFOP}$                                     | 1800 次                     | 1120 次                     |
| 实施例 19 | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{PO}_2\text{F}_2$                          | 1500 次                     | 950 次                      |
| 实施例 20 | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TFSI}$                                    | 1400 次                     | 850 次                      |
| 实施例 21 | $\text{Li}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{FSI}$                                      | 1300 次                     | 750 次                      |
| 实施例 22 | $\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{BODFP}$                                   | 1200 次                     | 650 次                      |
| 实施例 23 | $\text{Li}_{0.7}\text{K}_{0.3}\text{PF}_6$                                     | 2600 次                     | 1250 次                     |
| 实施例 24 | $\text{Li}_{0.8}\text{Na}_{0.2}\text{PF}_6$                                    | 2350 次                     | 1200 次                     |
| 实施例 25 | $\text{Li}_{0.9}\text{K}_{0.1}\text{PF}_6$                                     | 2200 次                     | 1100 次                     |
| 实施例 26 | $\text{LiPF}_6/\text{Li}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{PF}_6; 0.7:1$               | 2280 次                     | 1250 次                     |

|        |   |        |        |
|--------|---|--------|--------|
| 实施例 27 | LiBOB/Li <sub>0.5</sub> K <sub>0.5</sub> BOB ; 0.8:1  | 1200 次 | 680 次  |
| 对比例 1  | LiPF <sub>6</sub>   | 2000 次 | 1000 次 |
| 对比例 2  | LiBOB   | 1000 次 | 500 次  |
| 对比例 3  | LiODFB  | 1100 次 | 600 次  |
| 对比例 4  | LiTFOP  | 1150 次 | 640 次  |
| 对比例 5  | LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>  | 1000 次 | 500 次  |
| 对比例 6  | LiTFSI  | 900 次  | 550 次  |
| 对比例 7  | LiFSI   | 750 次  | 500 次  |
| 对比例 8  | LiBODFP   | 800 次  | 400 次  |
| 对比例 9  | Li <sub>0.4</sub> Na <sub>0.5</sub> K <sub>0.1</sub> PF <sub>6</sub>                            | 1900 次 | 950 次  |
| 对比例 10 | Li <sub>0.3</sub> Na <sub>0.3</sub> K <sub>0.4</sub> PF <sub>6</sub>                            | 1750 次 | 800 次  |
| 对比例 11 | LiPF <sub>6</sub> /Li <sub>0.5</sub> Na <sub>0.3</sub> K <sub>0.2</sub> PF <sub>6</sub> ; 0.4:1 | 1700 次 | 900 次  |

通过上述实施例和对比例的循环性能测试数据可知：不同锂盐的电解液中，锂位原位掺杂合理比例的钠或钾离子，均可以有效改善电池的循环寿命，当锂盐中的掺杂离子比例总和大于 0.5 系数时，由于锂盐中的掺杂离子较多，Li 量保有量不足，会导致循环中后期锂耗不足进而降低电池循环寿命。

通过将锂盐中部分锂位替换成离子半径更大的钠和钾，钠、钾离子与锂离子占据相同空间位，能级相同，充放电离子脱出时具有相同的运动轨迹，掺杂的钠或钾离子可有效防止层状正极的 Li/Ni 混排，进而提高循环性能；另一方面，碱金属复盐中的钠离子、钾离子有助于首次充放电 SEI 膜形成过程中提高 SEI 中有机锂成分。

需要说明的是，本申请不限于上述实施方式。上述实施方式仅为示例，在本申请的技术方案范围内具有与技术思想实质相同的构成、发挥相同作用效果的实施方式均包含在本申请的技术范围内。此外，在不脱离本申请主旨的范围内，对实施方式施加本领域技术人员能够想到的各种变形、

将实施方式中的一部分构成要素加以组合而构筑的其它方式也包含在本申请的范围内。



## 权 利 要 求 书

1. 一种电解液，包括有机溶剂和溶解在所述有机溶剂中的电解质盐；  
所述电解质盐包括碱金属复盐，所述碱金属复盐含有锂离子以及至少一种除锂离子之外的其他碱金属离子。
2. 根据权利要求 1 所述的电解液，其特征在于，所述碱金属复盐中所述其他碱金属离子包括钠离子和钾离子。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的电解液，其特征在于，所述碱金属复盐中同时含有钠离子和钾离子。
4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的电解液，其特征在于，所述碱金属复盐包括  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PF}_6$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BOB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{ODFB}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFOP}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{PO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{TFSI}$ 、 $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{FSI}$  和  $\text{Li}_a\text{Na}_b\text{K}_c\text{BODFP}$  中的一种或多种；  
其中， $a+b+c=1$ ， $0.5 \leq a < 1$ 。
5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的电解液，其特征在于，所述电解质盐中还含有基础锂盐，所述基础锂盐包括  $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBOB}$ 、 $\text{LiODFB}$ 、 $\text{LiTFOP}$ 、 $\text{LiPO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{LiTFSI}$ 、 $\text{LiFSI}$  和  $\text{LiBODFP}$  中的一种或多种。
6. 根据权利要求 5 所述的电解液，其特征在于，所述电解质盐中所述基础锂盐与所述碱金属复盐的质量比为 X: 1；  
其中， $0.65 \leq X < 1$ 。
7. 根据权利要求 6 所述的电解液，其特征在于， $0.7 \leq X < 0.9$ 。
8. 根据权利要求 5 至 7 中任一项所述的电解液，其特征在于，所述基础锂盐与所述碱金属复盐的阴离子种类相同。
9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的电解液，其特征在于，所述电解质盐在所述电解液中的浓度为 0.5 mol/L~2 mol/L。
10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的电解液，其特征在于，所述有

机溶剂包括碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯、甲酸甲酯、乙酸甲酯、丁酸甲酯、丙酸乙酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯和碳酸二乙酯中的一种或多种。

11. 一种二次电池，其特征在于，包括权利要求 1 至 10 中任一项所述的电解液。

12. 根据权利要求 11 所述的二次电池，其特征在于，所述二次电池的正极极片中的正极活性材料为层状结构正极活性材料。

13. 一种电池模块，其特征在于，包括权利要求 11 或 12 所述的二次电池。

14. 一种电池包，其特征在于，包括权利要求 13 所述的电池模块。

15. 一种用电装置，其特征在于，包括权利要求 11 或 12 所述的二次电池、权利要求 13 所述的电池模块或权利要求 14 所述的电池包中的至少一种。

5

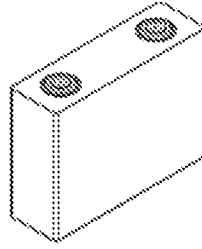


图 1

5

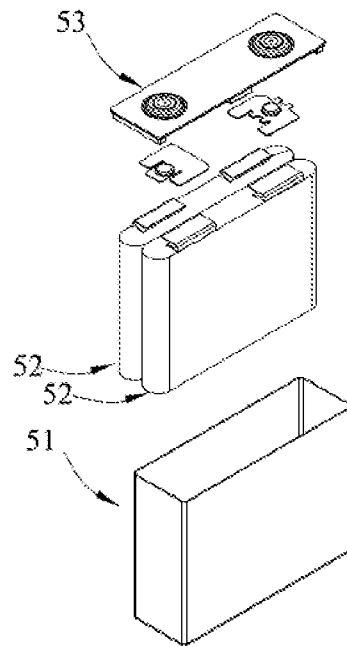


图 2

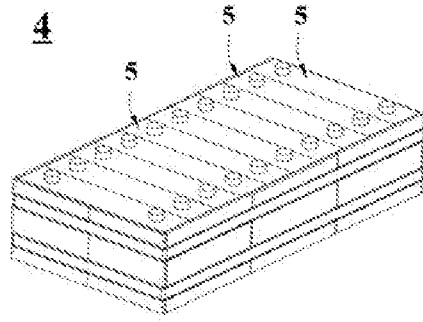


图 3

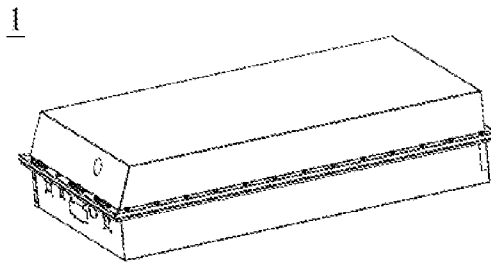


图 4

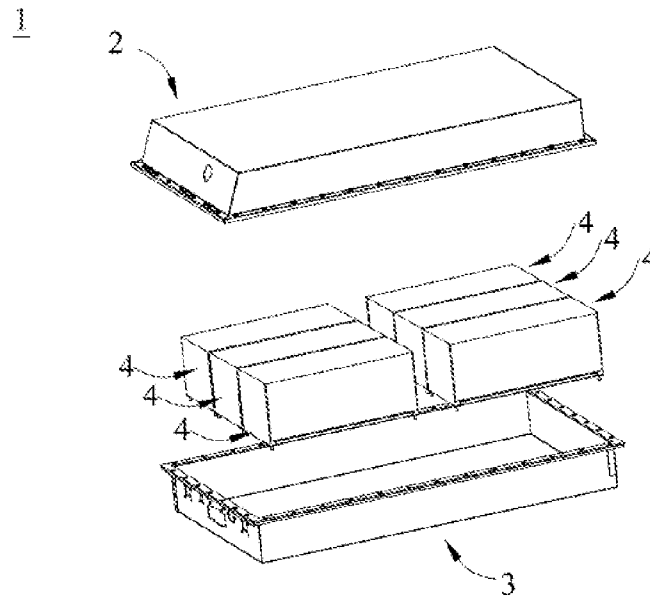


图 5

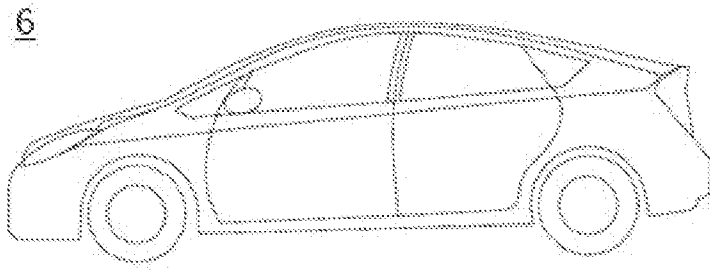


图 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/125847

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>   |  |  |
|--|--|--|
| H01M10/0525(2010.01)i; H01M10/0568(2010.01)j   |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>  |  |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  |  |  |
| 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; DWPI; VEN; ENTXT; CNKI: 锂离子电池, 电解质盐, 复盐, 锂离子, 钠离子, 钾离子, lithium battery, electrolyte salt, compound salt, lithium ion, sodium ion, potassium ion   |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |  |  |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.                              |
| X  | CN 110931867 A (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) 27 March 2020 (2020-03-27)<br>description, paragraphs 2 and 24-54 | 1-2, 10-12, 15                                     |
| X  | JP 2009054354 A (SONY CORP.) 12 March 2009 (2009-03-12)<br>description, paragraphs 2-53                                      | 1-15   |
| X  | JP 2020027737 A (TOYOTA INDUSTRIES CORP.) 20 February 2020 (2020-02-20)<br>description, paragraphs 12-70                     | 1-15   |
| X  | JP H1027624 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 27 January 1998 (1998-01-27)<br>description, paragraphs 2-31        | 1-15   |
| X  | CN 106745096 A (JIUJIANG TINCI HIGH-TECH MATERIALS CO., LTD.) 31 May 2017 (2017-05-31)<br>description, paragraphs 2-22       | 1-4, 9-15  |
| A  | KR 20150050082 A (LG CHEMICAL LTD.) 08 May 2015 (2015-05-08)<br>entire document  | 1-15   |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.   |  |  |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"D" document cited by the applicant in the international application<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |  |  |
| Date of the actual completion of the international search  |  | Date of mailing of the international search report |
| 27 June 2023   |  | 05 July 2023                                       |
| Name and mailing address of the ISA/CN   |  | Authorized officer                                 |
| China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)<br>China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088   |  | Telephone No.                                      |

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

International application No.

**PCT/CN2022/125847**

| Patent document cited in search report |             |   | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) |            |    | Publication date (day/month/year) |
|--|-------------|---|-----------------------------------|-------------------------|------------|----|-----------------------------------|
| CN                                     | 110931867   | A | 27 March 2020                     | WO                      | 2021104059 | A1 | 03 June 2021                      |
| JP                                     | 2009054354  | A | 12 March 2009                     | None                    |            |    |                                   |
| JP                                     | 2020027737  | A | 20 February 2020                  | None                    |            |    |                                   |
| JP                                     | H1027624    | A | 27 January 1998                   | JP                      | 3309719    | B2 | 29 July 2002                      |
| CN                                     | 106745096   | A | 31 May 2017                       | None                    |            |    |                                   |
| KR                                     | 20150050082 | A | 08 May 2015                       | KR                      | 101651143  | B1 | 25 August 2016                    |

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/125847

| <p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H01M10/0525(2010.01)i; H01M10/0568(2010.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>  |   |              |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
|--|---|--------------|-------------------------------|-------------------|---------|---|--|--------------|---|--|------|---|---|------|---|---|------|---|--|----------|---|---|------|
| <p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC:H01M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;CNTXT;DWPI;VEN;ENTXT;CNKI:锂离子电池, 电解质盐, 复盐, 锂离子, 钠离子, 钾离子, lithium battery, electrolyte salt, compound salt, lithium ion, sodium ion, potassium ion</p>  |   |              |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| <p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 110931867 A (深圳先进技术研究院) 2020年3月27日 (2020 - 03 - 27)<br/>说明书第2、24-54段</td> <td>1-2、10-12、15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2009054354 A (SONY CORP) 2009年3月12日 (2009 - 03 - 12)<br/>说明书第2-53段</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2020027737 A (TOYOTA IND CORP) 2020年2月20日 (2020 - 02 - 20)<br/>说明书第12-70段</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP H1027624 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 1998年1月27日 (1998 - 01 - 27)<br/>说明书第2-31段</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 106745096 A (九江天赐高新材料有限公司) 2017年5月31日 (2017 - 05 - 31)<br/>说明书第2-22段</td> <td>1-4、9-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20150050082 A (LG CHEMICAL LTD) 2015年5月8日 (2015 - 05 - 08)<br/>全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:<br/>         “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br/>         “D” 申请人在国际申请中引证的文件<br/>         “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br/>         “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)<br/>         “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br/>         “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<br/>         “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<br/>         “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<br/>         “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<br/>         “&amp;” 同族专利的文件</p> |   |              | 类型*                           | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | X | CN 110931867 A (深圳先进技术研究院) 2020年3月27日 (2020 - 03 - 27)<br>说明书第2、24-54段 | 1-2、10-12、15 | X | JP 2009054354 A (SONY CORP) 2009年3月12日 (2009 - 03 - 12)<br>说明书第2-53段 | 1-15 | X | JP 2020027737 A (TOYOTA IND CORP) 2020年2月20日 (2020 - 02 - 20)<br>说明书第12-70段 | 1-15 | X | JP H1027624 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 1998年1月27日 (1998 - 01 - 27)<br>说明书第2-31段 | 1-15 | X | CN 106745096 A (九江天赐高新材料有限公司) 2017年5月31日 (2017 - 05 - 31)<br>说明书第2-22段 | 1-4、9-15 | A | KR 20150050082 A (LG CHEMICAL LTD) 2015年5月8日 (2015 - 05 - 08)<br>全文 | 1-15 |
| 类型*  | 引用文件, 必要时, 指明相关段落   | 相关的权利要求      |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| X  | CN 110931867 A (深圳先进技术研究院) 2020年3月27日 (2020 - 03 - 27)<br>说明书第2、24-54段                  | 1-2、10-12、15 |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| X  | JP 2009054354 A (SONY CORP) 2009年3月12日 (2009 - 03 - 12)<br>说明书第2-53段                    | 1-15         |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| X  | JP 2020027737 A (TOYOTA IND CORP) 2020年2月20日 (2020 - 02 - 20)<br>说明书第12-70段             | 1-15         |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| X  | JP H1027624 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 1998年1月27日 (1998 - 01 - 27)<br>说明书第2-31段 | 1-15         |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| X  | CN 106745096 A (九江天赐高新材料有限公司) 2017年5月31日 (2017 - 05 - 31)<br>说明书第2-22段                  | 1-4、9-15     |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| A  | KR 20150050082 A (LG CHEMICAL LTD) 2015年5月8日 (2015 - 05 - 08)<br>全文                     | 1-15         |                               |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| 国际检索实际完成的日期  | 2023年6月27日  | 国际检索报告邮寄日期   | 2023年7月5日                     |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |
| ISA/CN的名称和邮寄地址   | 中国国家知识产权局<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088   | 授权官员         | 胡艳<br>电话号码 (+86) 020-28958930 |                   |         |   |  |              |   |  |      |   |   |      |   |   |      |   |  |          |   |   |      |



国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/125847

| 检索报告引用的专利文件 |             |   | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-------------|---|----------------|------|------------|----|----------------|
| CN          | 110931867   | A | 2020年3月27日     | WO   | 2021104059 | A1 | 2021年6月3日      |
| JP          | 2009054354  | A | 2009年3月12日     | 无    |            |    |                |
| JP          | 2020027737  | A | 2020年2月20日     | 无    |            |    |                |
| JP          | H1027624    | A | 1998年1月27日     | JP   | 3309719    | B2 | 2002年7月29日     |
| CN          | 106745096   | A | 2017年5月31日     | 无    |            |    |                |
| KR          | 20150050082 | A | 2015年5月8日      | KR   | 101651143  | B1 | 2016年8月25日     |