

# (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  
2022年2月17日 (17.02.2022)



(10) 国际公布号  
**WO 2022/032585 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*H01M 10/0567* (2010.01) *H01M 10/0525* (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/108970

(22) 国际申请日: 2020年8月13日 (13.08.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 宁德新能源科技有限公司 (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: 彭谢学 (PENG, Xiexue); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。

郑建明 (ZHENG, Jianming); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。

唐超 (TANG, Chao); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京律盟知识产权代理有限公司 (LEE AND LI - LEAVEN IPR AGENCY LTD.); 中国北京市东城区建国门南大街7号北京万豪中心A座2202单元, Beijing 100005 (CN)。

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

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

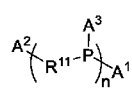
本国际公布:  
— 包括国际检索报告 (条约第21条 (3))。



WO 2022/032585 A1

(54) Title: ELECTROLYTE, ELECTROCHEMICAL DEVICE INCLUDING ELECTROLYTE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 电解液和包含电解液的电化学装置及电子装置



(57) Abstract: An electrolyte, comprising at least one compound of formula I. Further provided are an electrochemical device and an electronic device, the electrochemical device including the electrolyte. The electrolyte can improve the high-temperature storage performance of the electrochemical device.

(57) 摘要: 一种电解液, 其包括至少一种式I化合物。还提供一种电化学装置和电子装置, 其包含所述的电解液。所述的电解液能够改善电化学装置的高温存储性能。

## 电解液和包含电解液的电化学装置及电子装置

### 技术领域

本申请涉及储能技术领域，尤其涉及一种电解液以及包括该电解液的电化学装置及电子装置。

### 背景技术

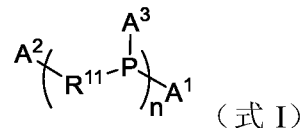
由于电化学装置，如锂离子电池，具有高能量密度、低维护、相对较低的自放电、长循环寿命、无记忆效应、工作电压稳定和环境友好等特性受到人们的广泛关注，被广泛用于便携式电子设备（包括手机、笔记本、相机等电子产品）、电动工具和电动汽车等领域。然而随着技术的快速发展以及市场需求的多样性，人们对电子产品的电源也提出了更多要求，例如更薄、更轻、外形更多样化、更高的安全性、更高的功率等。

提高充电电压/增加活性物质的容量是提升电池的能量密度的主要方法，而这些都会加速电解液的分解，导致电池产气。如何能够稳定高价态的过渡金属，抑制电解液分解是现有技术中亟待解决的技术问题。

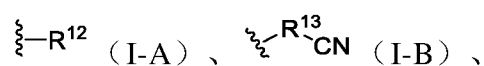
### 发明内容

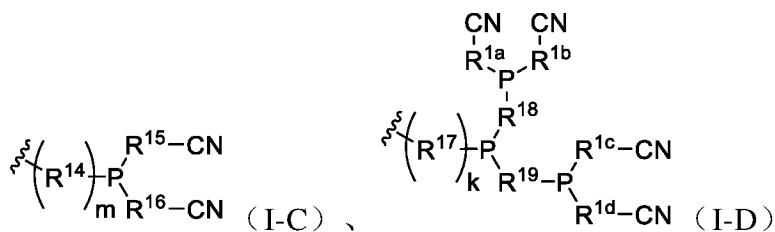
本申请通过提供一种电解液和使用该电解液的电化学装置以解决至少一种存在于相关领域中的问题。特别地，本申请提供的电解液能够显著改善电化学装置的高温性能和浮充性能。

本申请提供一种电解液，其包括至少一种式 I 的化合物：



其中， $\text{A}^1$ 、 $\text{A}^2$  和  $\text{A}^3$  各自独立地选自以下式 I-A、I-B、I-C、或 I-D，且三者不同时为 I-A：





其中， $\overset{\curvearrowright}{\text{P}}$ 表示与相邻原子的结合位点，

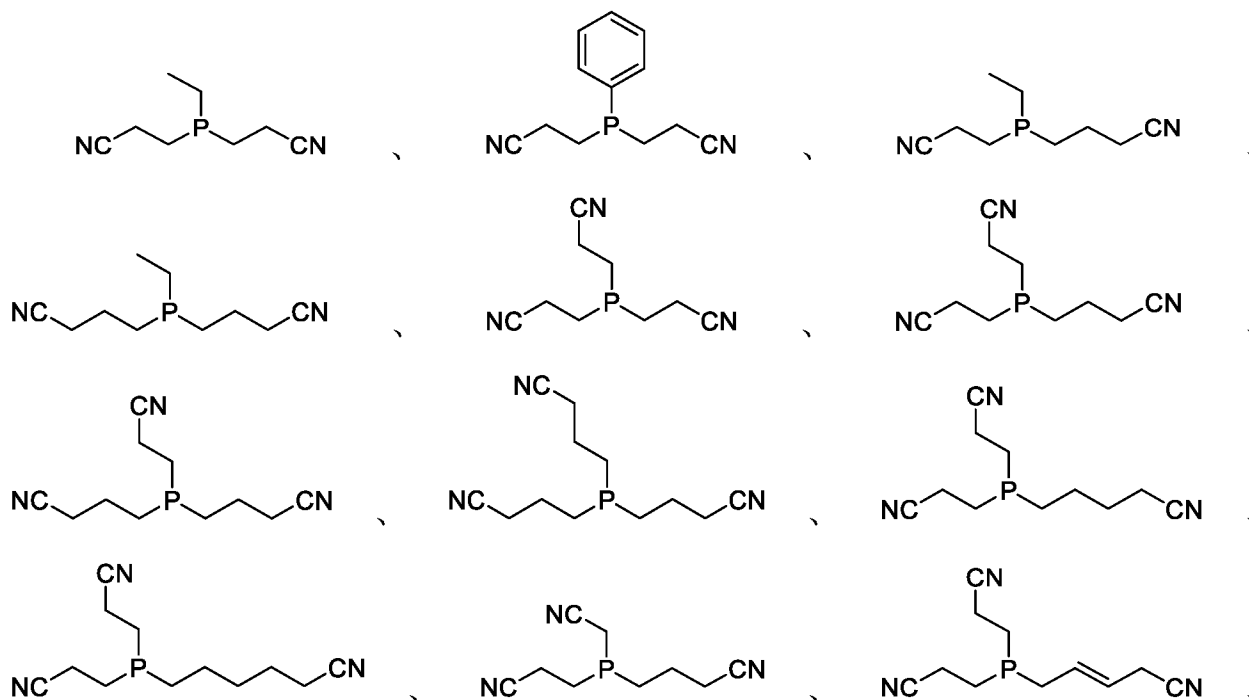
其中，m、k各自独立地选自0或1，n选自1到6的整数，

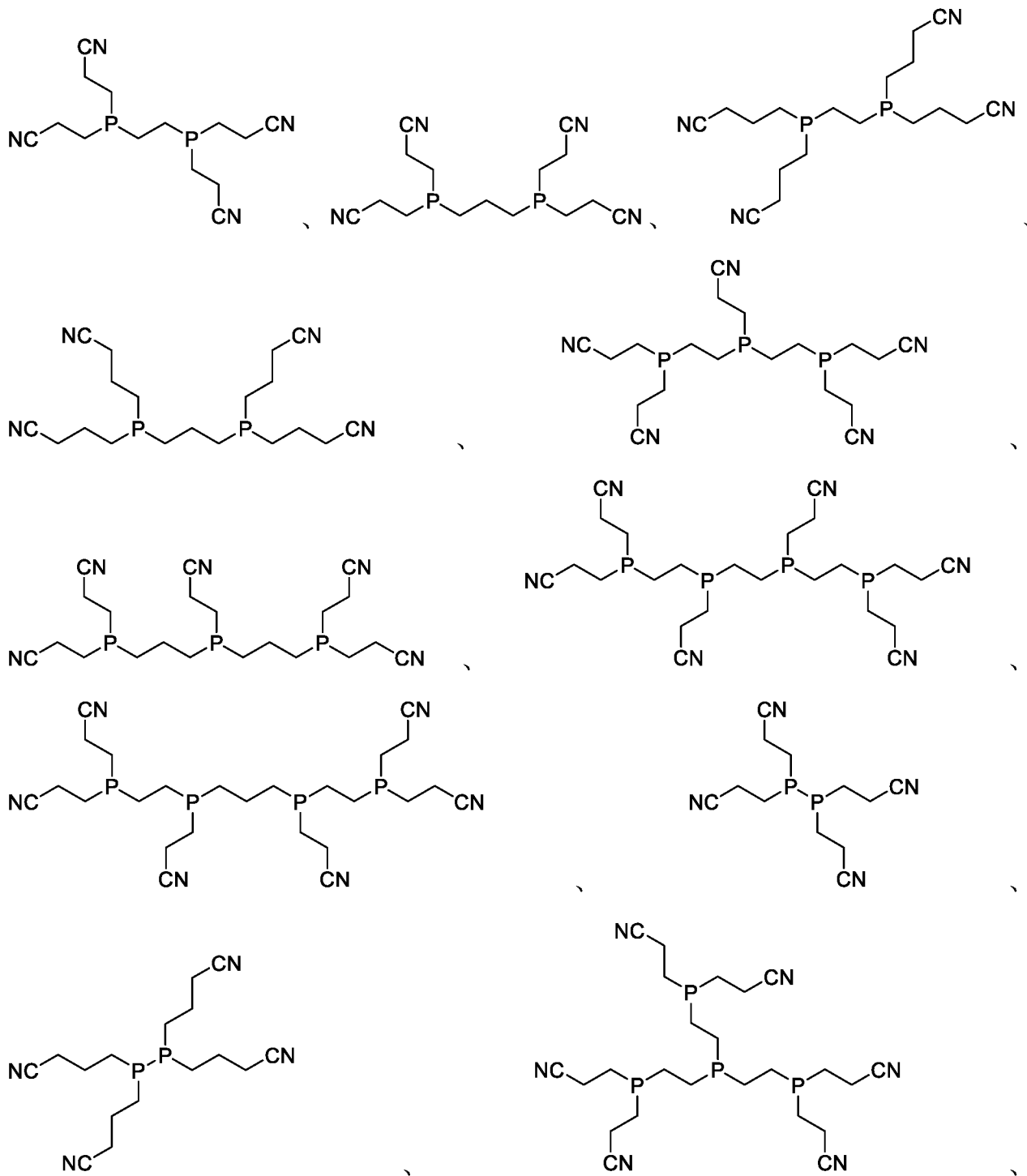
R<sup>11</sup>、R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>17</sup>、R<sup>18</sup>、R<sup>19</sup>、R<sup>1a</sup>、R<sup>1b</sup>、R<sup>1c</sup>和R<sup>1d</sup>各自独立地选自氢、经取代或未经取代的C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>亚烷基、经取代或未经取代的C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>亚烯基、经取代或未经取代的C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>亚炔基、经取代或未经取代的C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>的连烯基、经取代或未经取代的C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>芳基、经取代或未经取代的C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>脂环烃基，

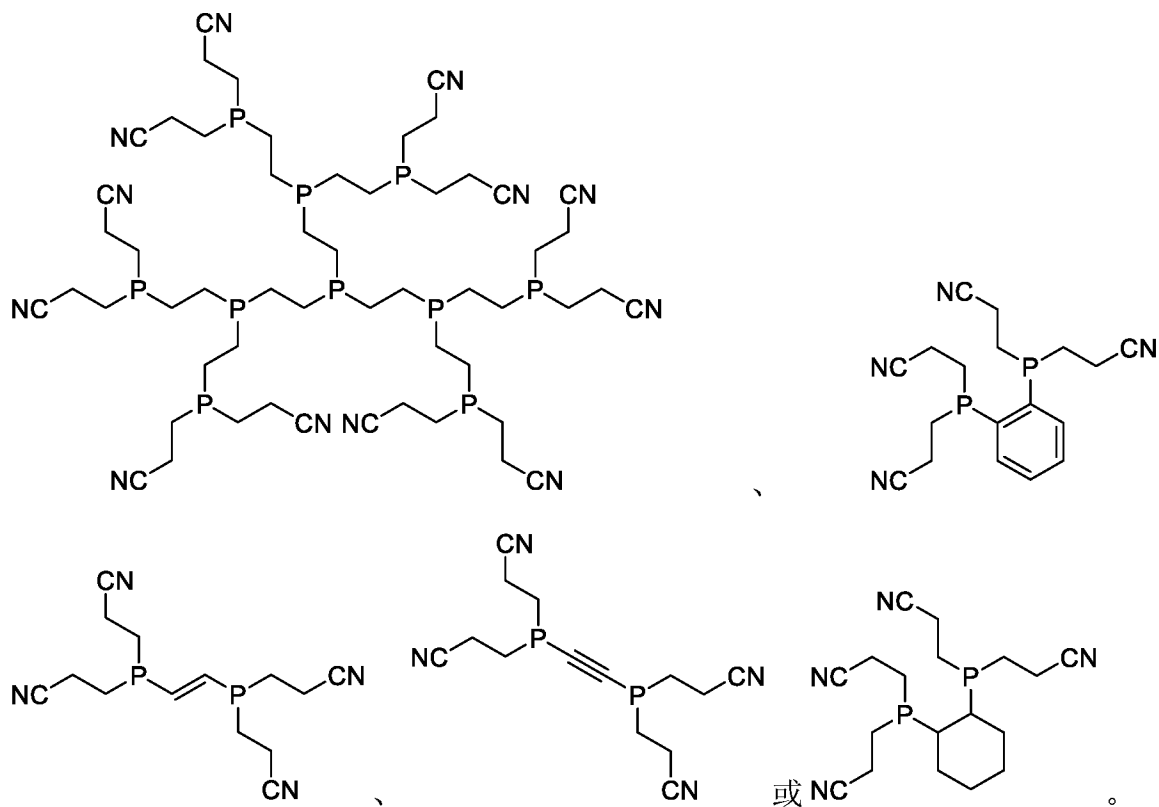
R<sup>12</sup>选自经取代或未经取代的C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>烷基、经取代或未经取代的C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>烯基、经取代或未经取代的C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>炔基、经取代或未经取代的C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>连烯基、经取代或未经取代的C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>芳基、经取代或未经取代的C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>脂环烃基、取代或未取代的含杂原子的官能团，

其中，经取代时，取代基各自独立选自卤素。

在一些实施例中，电解液中的式I化合物包含以下化合物的至少一种：







在一些实施例中，基于电解液的总重量，上述式 I 化合物的含量为 0.01% 至 5%。

在一些实施例中，本申请的电解液还包括含有硫氧双键的化合物，其包括以下化合物的至少一种：环丁砜、1,3-丙磺酸内酯、1,4-丁磺内酯、甲基二磺酸亚甲酯、1,3-丙二磺酸酐、硫酸乙烯酯、亚硫酸乙烯酯、4-甲基硫酸乙烯酯、2,4-丁磺内酯、2-甲基-1,3-丙磺酸内酯、1,3-丁磺酸内酯、1-氟-1,3-丙磺酸内酯、2-氟-1,3-丙磺酸内酯、3-氟-1,3-丙磺酸内酯、丙烯基-1,3-磺酸内酯、硫酸丙烯酯、亚硫酸丙烯酯或氟代硫酸乙烯酯，其中，基于电解液的总重量，上述含有硫氧双键的化合物的含量为 0.01% 至 10%。

在一些实施例中，本申请的电解液还包括含有 P-O 键的化合物，其包括以下化合物的至少一种：二氟磷酸锂、二氟双草酸磷酸锂、四氟草酸磷酸锂、1,2-双（（二氟磷基）氧基）乙烷、三甲基磷酸酯、三苯基磷酸酯、三异丙基磷酸酯、3,3,3-三氟乙基磷酸酯、3,3,3-三氟乙基亚磷酸酯、三（三甲基硅烷）磷酸酯、五氟乙氧基环三磷腈或五氟（苯氧基）环三磷腈，其中，基于所述电解液的总重量，所述含有 P-O 键的化合物的含量为 0.1% 至 3%。

在一些实施例中，本申请的电解液还包括多腈化合物，其包括以下化合物的至少一种：己二腈、丁二腈、1,2-二(2-氰乙氧基)乙烷、1,2,3-丙三甲腈、1,3,5-戊三甲腈、1,3,6-

己三甲腈、1,2,6-己三甲腈或 1,2,3-三(2-氰基乙氧基)丙烷。

在一些实施例中，基于电解液的总重量，式 I 化合物的含量为 a%，多腈化合物的含量为 b%，式 I 化合物的含量与多腈化合物的含量的比值 a/b 为大于等于 0.1 且小于等于 80。

本申请还提供一种电化学装置，其包括正极、负极、隔离膜和根据本申请的电解液。

在一些实施例中，电化学装置中的电解液还包含金属元素，该金属元素包含 Cu、Co、Ni 或 Mn 的至少一种，其中金属元素在电解液中的含量小于 1000 ppm。

在一些实施例中，电化学装置中的负极包括负极活性物质，该负极活性物质包括含硅材料。

本申请还提供一种电子装置，其包含根据本申请的电化学装置。

## 具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合实施例对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。在此所描述的有关实施例为说明性质的且用于提供对本申请的基本理解。本申请的实施例不应该被解释为对本申请的限制。基于本申请提供的技术方案及所给出的实施例，本领域技术人员在没有做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。

如本文中所使用，术语“约”用以描述及说明小的变化。当与事件或情形结合使用时，所述术语可指代其中事件或情形精确发生的例子以及其中事件或情形极近似地发生的例子。举例来说，当结合数值使用时，术语可指代小于或等于所述数值的±10%的变化范围，例如小于或等于±5%、小于或等于±4%、小于或等于±3%、小于或等于±2%、小于或等于±1%、小于或等于±0.5%、小于或等于±0.1%、或小于或等于±0.05%。举例来说，如果两个数值之间的差值小于或等于所述值的平均值的±10%（例如小于或等于±5%、小于或等于±4%、小于或等于±3%、小于或等于±2%、小于或等于±1%、小于或等于±0.5%、小于或等于±0.1%、或小于或等于±0.05%），那么可认为所述两个数值“约”相同。

另外，有时在本文中以范围格式呈现量、比率和其它数值。应理解，此类范围格式

是用于便利及简洁起见，且应灵活地理解，不仅包含明确地指定为范围限制的数值，而且包含涵盖于所述范围内的所有个别数值或子范围，如同明确地指定每一数值及子范围一般。

在具体实施方式及权利要求书中，由术语“中的一者”、“中的一个”、“中的一种”或其他相似术语所连接的项目的列表可意味着所列项目中的任一者。例如，如果列出项目 A 及 B，那么短语“A 及 B 中的一者”意味着仅 A 或仅 B。在另一实例中，如果列出项目 A、B 及 C，那么短语“A、B 及 C 中的一者”意味着仅 A；仅 B；或仅 C。项目 A 可包含单个元件或多个元件。项目 B 可包含单个元件或多个元件。项目 C 可包含单个元件或多个元件。

在具体实施方式及权利要求书中，由术语“中的至少一者”、“中的至少一个”、“中的至少一种”或其他相似术语所连接的项目的列表可意味着所列项目的任何组合。例如，如果列出项目 A 及 B，那么短语“A 及 B 中的至少一者”意味着仅 A；仅 B；或 A 及 B。在另一实例中，如果列出项目 A、B 及 C，那么短语“A、B 及 C 中的至少一者”意味着仅 A；或仅 B；仅 C；A 及 B (排除 C)；A 及 C (排除 B)；B 及 C (排除 A)；或 A、B 及 C 的全部。项目 A 可包含单个元件或多个元件。项目 B 可包含单个元件或多个元件。项目 C 可包含单个元件或多个元件。

本申请中使用下列定义（除非另外明确地说明）：

为简单起见，“C<sub>n</sub>-C<sub>m</sub>”基团是指具有“n”至“m”个碳原子的基团，其中“n”和“m”是整数。例如，“C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>”烷基是具有 1 至 10 个碳原子的烷基。

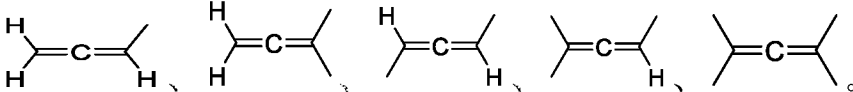
术语“烷基”预期是具有 1 至 20 个碳原子的直链饱和烃结构。“烷基”还预期是具有 3 至 20 个碳原子的支链或环状烃结构。例如，烷基可为 1 至 20 个碳原子的烷基、1 至 10 个碳原子的烷基、1 至 5 个碳原子的烷基、5 至 20 个碳原子的烷基、5 至 15 个碳原子的烷基或 5 至 10 个碳原子的烷基。当指定具有具体碳数的烷基时，预期涵盖具有该碳数的所有几何异构体；因此，例如，“丁基”意思是包括正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基和环丁基；“丙基”包括正丙基、异丙基和环丙基。烷基实例包括，但不限于甲基、乙基、正丙基、异丙基、环丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、环丁基、正戊基、异戊基、新戊基、环戊基、甲基环戊基、乙基环戊基、正己基、异己基、环己基、正庚基、辛基、环丙基、环丁基、降冰片基等。另外，烷基可以是任选地被取代的。

术语“烯基”是指可为直链或具支链且具有至少一个且通常 1 个、2 个或 3 个碳碳

双键的单价不饱和烃基团。除非另有定义，否则所述烯基通常含有 2 至 20 个碳原子，例如可以为 2 至 20 个碳原子的烯基、6 至 20 个碳原子的烯基、2 至 10 个碳原子的烯基或 2 至 6 个碳原子的烯基。代表性烯基包括（例如）乙烯基、正丙烯基、异丙烯基、正-丁-2-烯基、丁-3-烯基、正-己-3-烯基等。另外，烯基可以是任选地被取代的。

术语“炔基”是指可为直链或具支链且具有至少一个且通常具有 1 个、2 个或 3 个碳碳三键的单价不饱和烃基团。除非另有定义，否则所述炔基通常含有 2 至 20 个碳原子，例如可以为 2 至 20 个碳原子的炔基、6 至 20 个碳原子的炔基、2 至 10 个碳原子的炔基或 2 至 6 个碳原子的炔基。代表性炔基包括（例如）乙炔基、丙-2-炔基（正-丙炔基）、正-丁-2-炔基、正-己-3-炔基等。另外，炔基可以是任选地被取代的。

本文使用的术语“亚烷基”、“亚烯基”或“亚炔基”是指位于两个其它化学基团之间并且连接两个其它化学基团的上文分别定义的烷基、烯基或炔基。亚烷基的实例包括但不限于：亚甲基，亚乙基，亚丙基和亚丁基。亚烯基的实例包括但不限于：亚乙烯基，亚丙烯基和亚丁烯基。亚炔基的实例包括但不限于：亚乙炔基，亚丙炔基和亚丁炔基。

术语“连烯基”意指分子中含有一对相邻碳碳双键，即有一个碳原子通过两个双键与相邻两个碳原子连接，如 

术语“芳基”意指具有单环（例如，苯基）或稠合环的单价芳香族烃。稠合环系统包括那些完全不饱和的环系统（例如，萘）以及那些部分不饱和的环系统（例如，1,2,3,4-四氢萘）。除非另有定义，否则所述芳基通常含有 6 个到 26 个、6 至 20 个、6 至 15 个或 6 至 10 个碳环原子且包括（例如）-C<sub>6-10</sub> 芳基。代表性芳基包括（例如）苯基、甲基苯基、丙基苯基、异丙基苯基、苯甲基和萘-1-基、萘-2-基等等。

术语“杂环”或“杂环基”意指取代或未取代的 5 至 8 元单或双环非芳族烃，其中 1 至 3 个碳原子被选自氮、氧或硫原子的杂原子替换。实例包括吡咯烷-2-基；吡咯烷-3-基；哌啶基；吗啉-4-基等，这些基团随后可被取代。“杂原子”是指选自 N、O 和 S 的原子。

“脂环烃基”是指是指饱和、部分不饱和或不饱和的单、二、三或多环烃基，其具有大约 3 至 15 个碳，或者具有 3 至 12 个碳，或者 3 至 8 个碳，或者 3 至 6 个碳，或者 5 或 6 个碳。脂环烃基的实例包括但不限于：环丙基，环丁基，环丁烯基，环戊基，环戊烯基，环己基，环己烯基，环庚基，环辛基，等等。

如本文所用，术语“卤素”可为 F、Cl、Br 或 I。

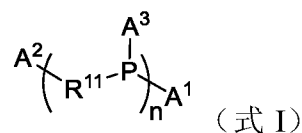
如本文所用，术语“氰基”涵盖含有机基团-CN的有机物。

当上述取代基经取代时，取代基可选自由以下组成的群组：卤素、烷基、烯基、芳基和杂芳基。

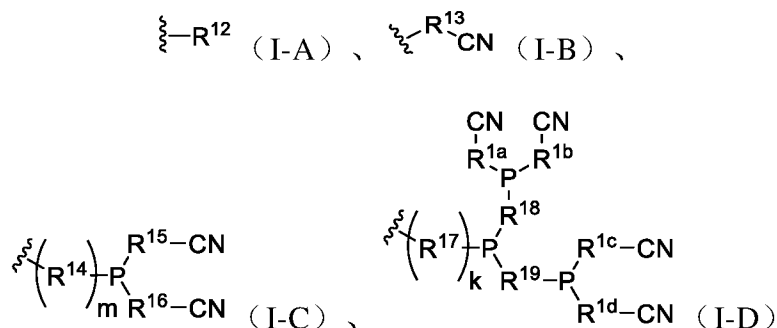
## 一、电解液

### 1、式 I 化合物

本申请提供一种电解液，其包括至少一种式 I 化合物：



其中， $\text{A}^1$ 、 $\text{A}^2$  和  $\text{A}^3$  各自独立地选自以下式 I-A、I-B、I-C、或 I-D，且三者不同时为 I-A：



其中， $\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array}$  表示与相邻原子的结合位点，

其中， $m$ 、 $k$  各自独立地选自 0 或 1， $n$  选自 1 到 6 的整数，

$\text{R}^{11}$ 、 $\text{R}^{13}$ 、 $\text{R}^{14}$ 、 $\text{R}^{15}$ 、 $\text{R}^{16}$ 、 $\text{R}^{17}$ 、 $\text{R}^{18}$ 、 $\text{R}^{19}$ 、 $\text{R}^{1a}$ 、 $\text{R}^{1b}$ 、 $\text{R}^{1c}$  和  $\text{R}^{1d}$  各自独立地选自氢、经取代或未经取代的  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  亚烷基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  亚烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  亚炔基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  的连烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{10}$  芳基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  脂环烃基，

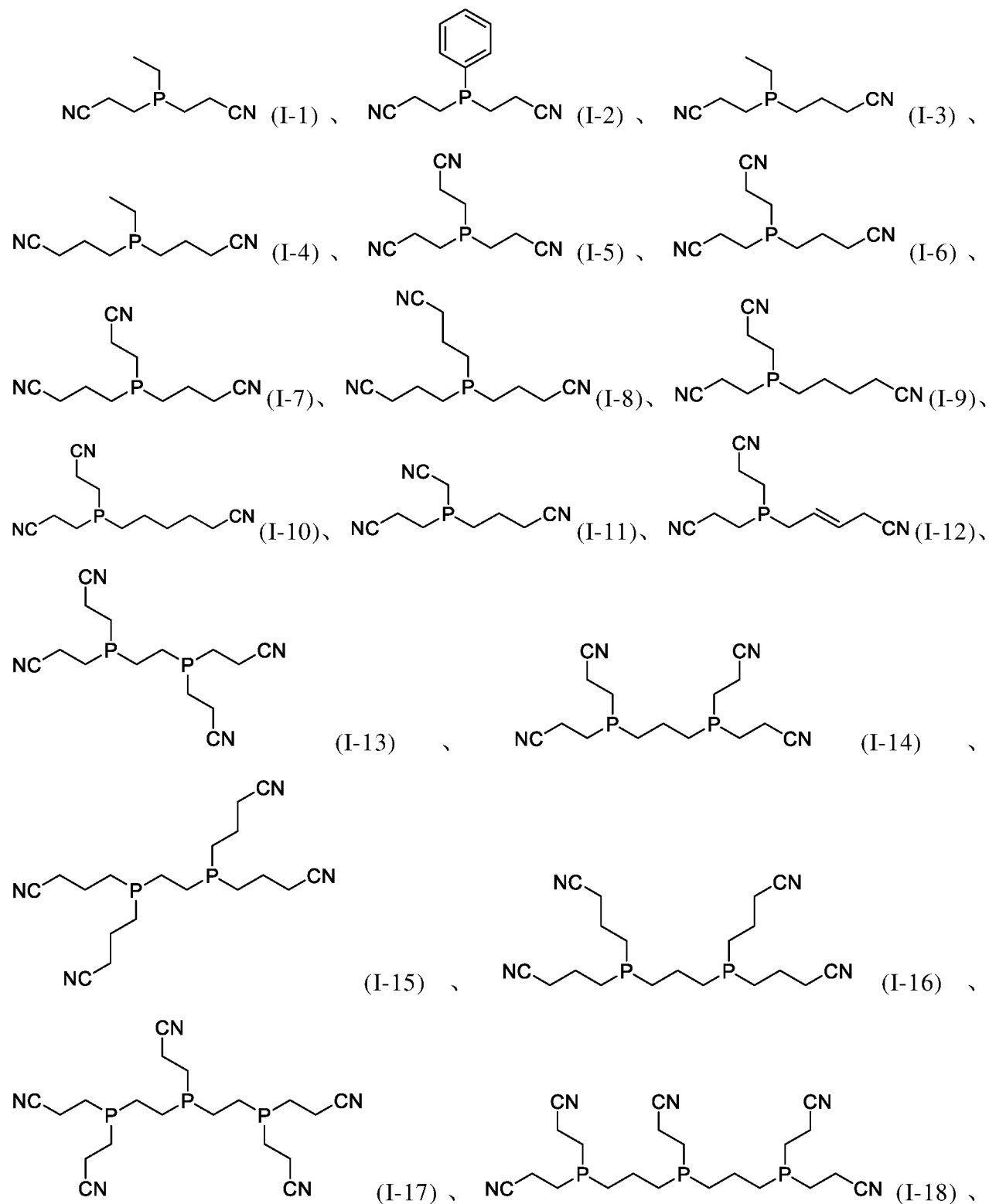
$\text{R}^{12}$  选自经取代或未经取代的  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  烷基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  炔基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  连烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{10}$  芳基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  脂环烃基、取代或未取代的含杂原子的官能团，

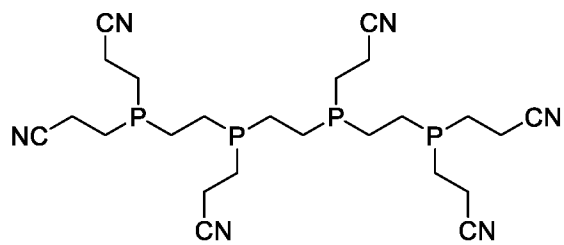
其中，经取代时，取代基各自独立选自卤素。

在一些实施例中，式 I 化合物中的  $\text{A}^1$ 、 $\text{A}^2$  和  $\text{A}^3$  选自式 I-A 和式 I-B、式 I-B 和式 I-C、

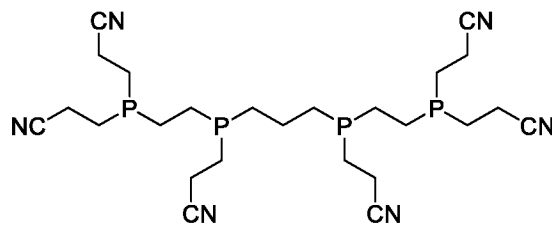
式 I-A 和式 I-C 或者均为式 I-B。

在一些实施例中，电解液中的式 I 化合物包含以下化合物的至少一种：

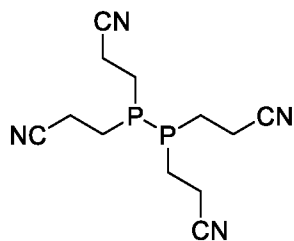




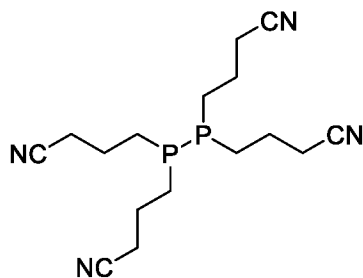
(I-19) 、



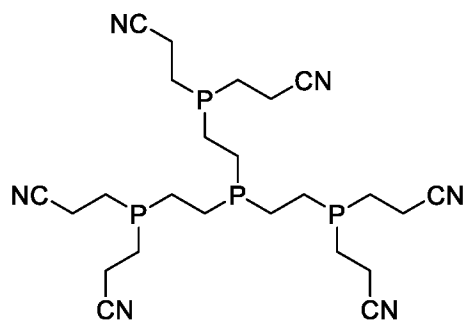
(I-20) 、



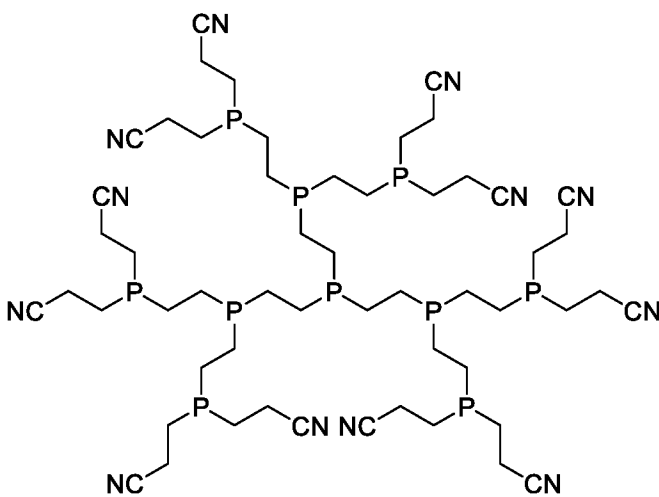
(I-21) 、



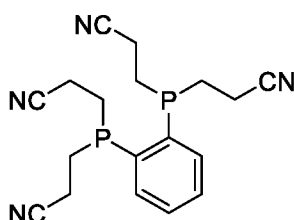
(I-22) 、



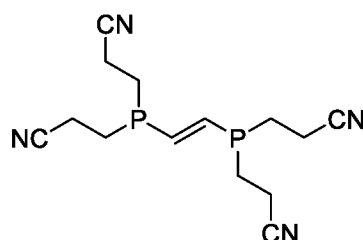
(I-23) 、



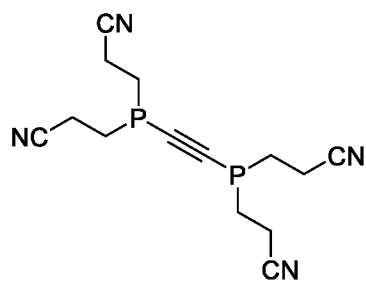
(I-24) 、



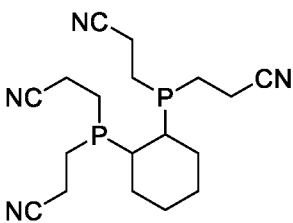
(I-25) 、



(I-26) 、



(I-27)或



(I-28)。

在一些实施例中，基于电解液的总重量，上述式 I 化合物的含量为 0.01% 至 5%；例如，式 I 化合物的含量可以为约 0.01%、约 0.05%、约 0.1%、约 0.2%、约 0.3%、约 0.4%、约 0.5%、约 0.6%、约 0.7%、约 0.8%、约 0.9%、约 1.0%、约 2.0%、约 3.0%、约 4.0% 或

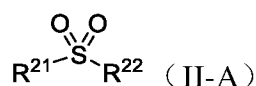
约 5.0%，或者为上述任意两个数值之间的范围。

## 2、其他添加剂

在一些实施例中，电解液还包含以下化合物中的至少一种：含硫氧双键的化合物、含有 P-O 键的化合物、多腈化合物、或环状碳酸酯类化合物。

### (1) 含硫氧双键的化合物

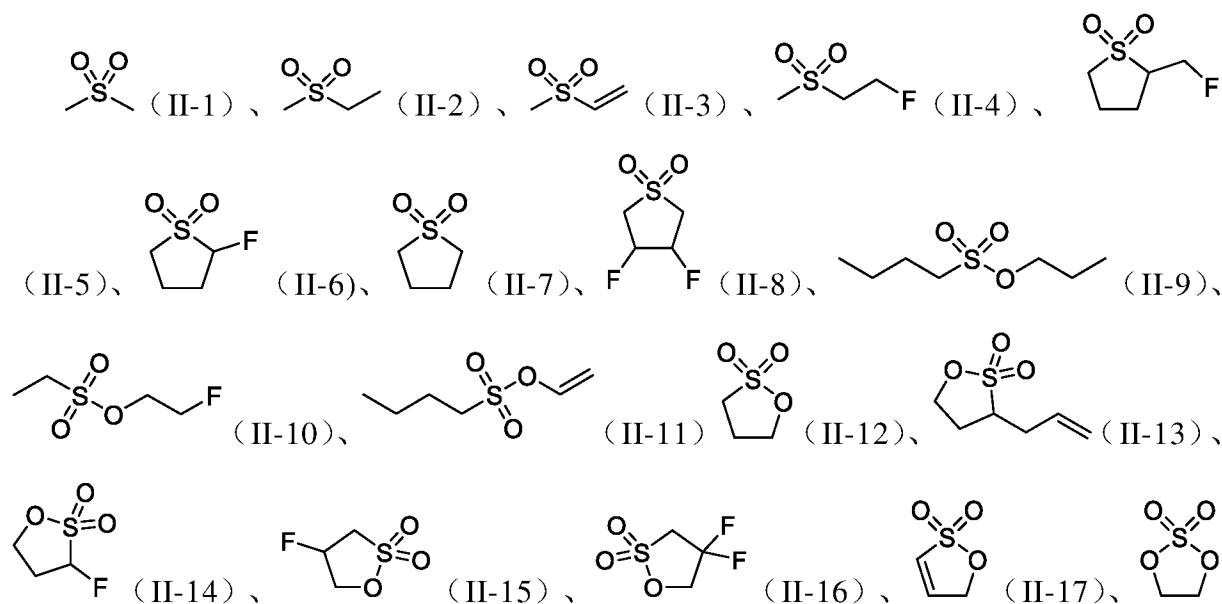
本申请的电解液可以进一步包含含硫氧双键的化合物，该含硫氧双键的化合物可包含式 II-A 化合物的至少一种：

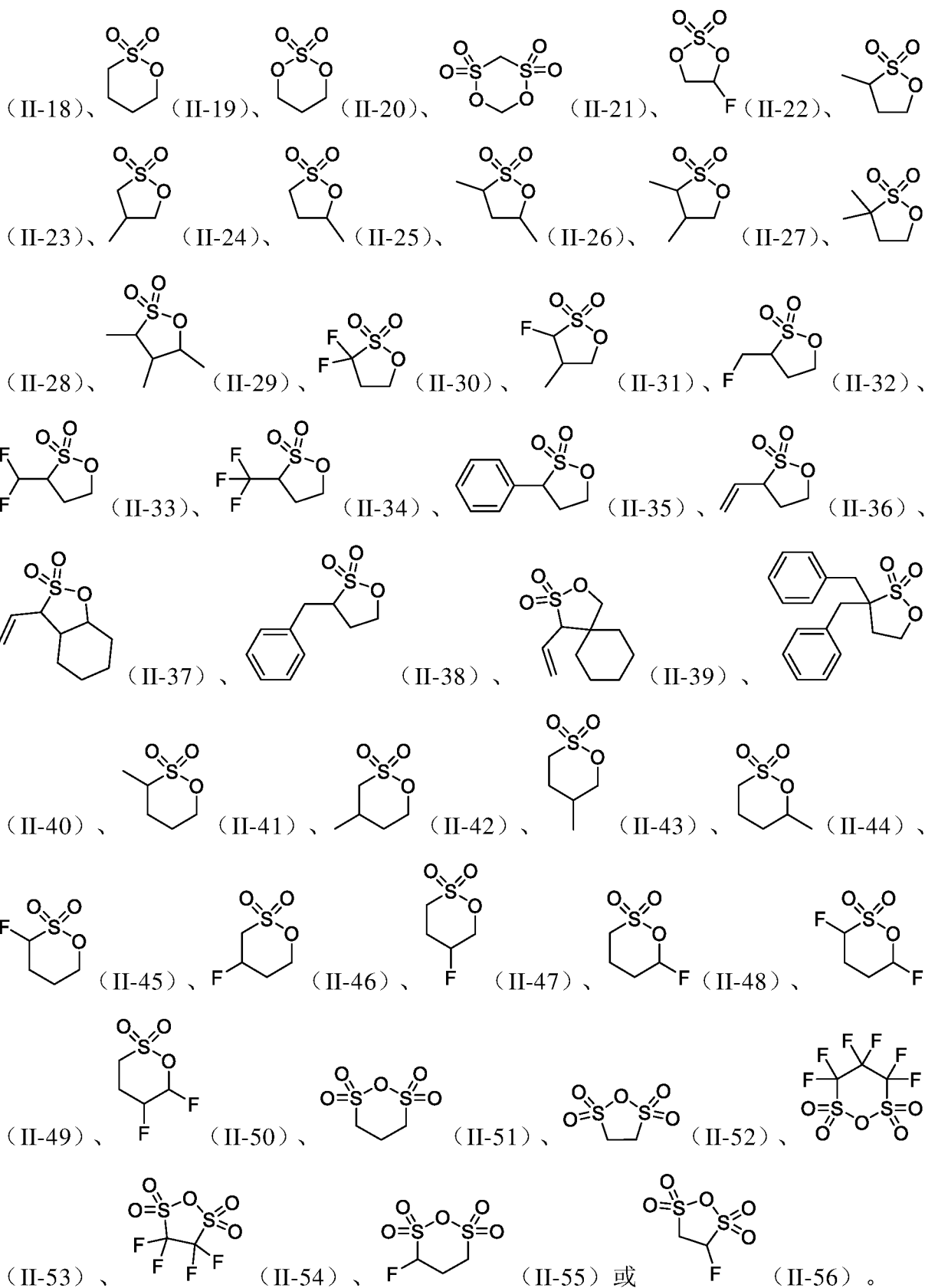


其中，

$\text{R}^{21}$  和  $\text{R}^{22}$  各自独立地选自经取代或未经取代的  $\text{C}_1\text{-C}_5$  的烷基、经取代或未经取代的  $\text{C}_1\text{-C}_5$  的亚烷基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2\text{-C}_{10}$  的烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2\text{-C}_{10}$  的炔基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3\text{-C}_{10}$  的脂环基、经取代或未经取代的  $\text{C}_6\text{-C}_{10}$  的芳基、经取代或未经取代的  $\text{C}_1\text{-C}_6$  的杂环基团（杂环基包括脂杂环基和芳杂环基），其中，经取代时，取代基为卤素原子或者含杂原子的官能团中的一种或几种，其中， $\text{R}^{21}$  和  $\text{R}^{22}$  可以构成闭环结构，含杂原子选自 B、N、O、F、Si、P 或 S 一种或几种。

在一些实施例中，含硫氧双键的化合物包括，但不限于以下化合物中的至少一种：





在一些实施例中，含硫氧双键的化合物包括以下物质中的至少一种：环丁砜、1,3-丙磺酸内酯、1,4-丁磺内酯、甲基二磺酸亚甲酯、1,3-丙二磺酸酐、硫酸乙烯酯、亚硫酸乙烯酯、4-甲基硫酸乙烯酯、2,4-丁磺内酯、2-甲基-1,3-丙磺酸内酯、1,3-丁磺酸内酯、1-氟

-1,3-丙磺酸内酯、2-氟-1,3-丙磺酸内酯、3-氟-1,3-丙磺酸内酯、丙烯基-1,3-磺酸内酯、硫酸丙烯酯、亚硫酸丙烯酯或氟代硫酸乙烯酯。

在一些实施例中，含硫氧双键的化合物包括以下物质中的至少一种：环丁砜（II-7）、1,3-丙磺酸内酯（II-12）、丙烯基-1,3-磺酸内酯（II-17）、硫酸乙烯酯（II-18）或甲基二磺酸亚甲酯（II-21）。

在一些实施例中，当电解液中包含含硫氧双键的化合物时，基于该电解液的总重量，含硫氧双键的化合物的含量为0.01%至10%，更优选为0.1%至8%；例如，含硫氧双键的化合物的含量可以为约0.01%、约0.05%、约0.1%、约0.2%、约0.3%、约0.4%、约0.5%、约0.6%、约0.7%、约0.8%、约0.9%、约1.0%、约2.0%、约3.0%、约4.0%、约5.0%、约6.0%、约8.0%、约9.0%或约10.0%，或者为上述任意两个数值之间的范围。

根据本申请的含有硫氧双键的化合物抗氧化能力较强，在正极材料不易被氧化，另一方面，在负极析锂的情况下，其会在金属锂表面还原，形成一层保护膜，从而抑制因金属锂与电解液的分解反应导致的产热，进一步增强对活性材料的保护。

## （2）含有 P-O 键的化合物

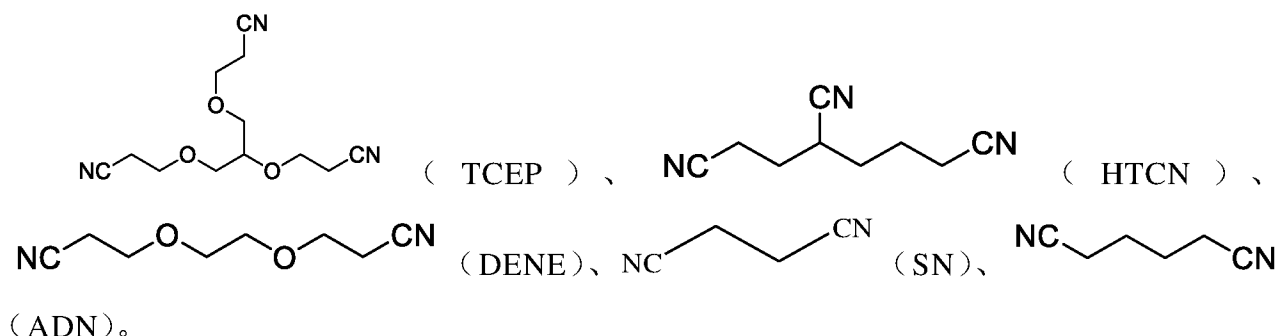
在一些实施例中，本申请的电解液还包括含有 P-O 键的化合物，其包括以下化合物的至少一种：二氟磷酸锂、二氟双草酸磷酸锂、四氟草酸磷酸锂、1,2-双（（二氟磷基）氧基）乙烷、三甲基磷酸酯、三苯基磷酸酯、三异丙基磷酸酯、3,3,3-三氟乙基磷酸酯、3,3,3-三氟乙基亚磷酸酯、三（三甲基硅烷）磷酸酯、五氟乙氧基环三磷腈或五氟（苯氧基）环三磷腈。

在一些实施例中，基于电解液的总重量，含有 P-O 键的化合物的含量为0.1%至3%；例如，含有 P-O 键的化合物的含量可以为约0.1%、约0.2%、约0.3%、约0.4%、约0.5%、约0.6%、约0.7%、约0.8%、约0.9%、约1.0%、约1.5%、约2.0%、约2.5%或约3.0%，或者为上述任意两个数值之间的范围。

## （3）多腈化合物

在一些实施例中，本申请的电解液还包括多腈化合物，其包括二腈或三腈化合物中的至少一种。在一些实施例中，多腈化合物包括，但不限于以下物质中的至少一种：己二腈、丁二腈、1,2-二(2-氰乙氧基)乙烷、1,2,3-丙三甲腈、1,3,5-戊三甲腈、1,3,6-己三甲腈、1,2,6-己三甲腈或1,2,3-三(2-氰基乙氧基)丙烷。

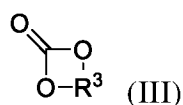
在一些实施例中，多腈化合物包括以下物质中的至少一种：1,2,3-三(2-氰乙氧基)丙烷 (TCEP)、1,3,6-己三甲腈 (HTCN)、1,2-二(2-氰乙氧基)乙烷 (DENE) 或己二腈 (ADN)，其结构如下所示：



在一些实施例中，当电解液中包括多腈化合物时，式 I 的化合物与多腈化合物的质量比为大于等于 0.1 且小于等于 80；例如，式 I 的化合物与多腈化合物的质量比可以为约 0.1、约 0.15、约 0.2、约 0.25、约 0.3、约 0.4、约 0.5、约 0.6、约 0.7、约 0.8、约 0.9、约 1.0、约 1.5、约 2、约 3、约 4、约 5、约 6、约 7、约 8、约 9、约 10、约 12、约 15、约 18、约 20、约 25、约 28、约 30、约 35、约 40、约 45、约 50、约 60、约 70、约 80，或者为以上数值中任意两者之间的范围。

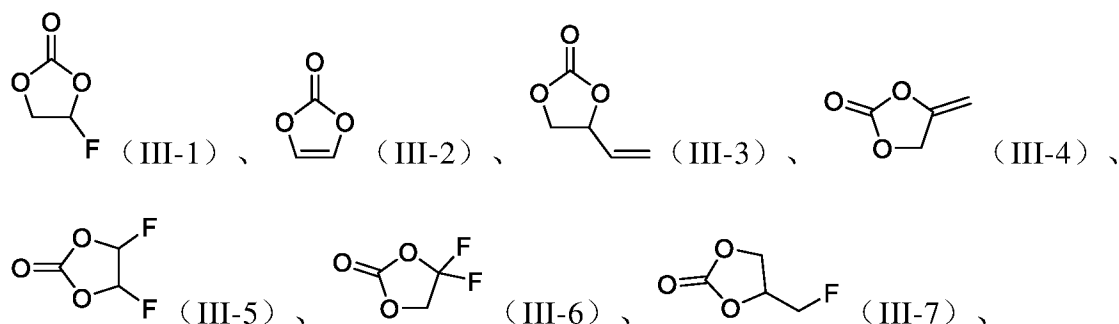
#### (4) 环状碳酸酯添加剂

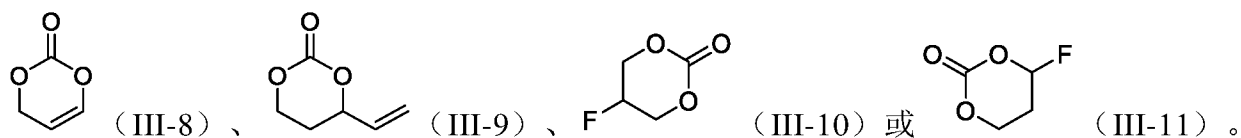
在一些实施例中，电解液可以进一步包含环状碳酸酯添加剂，其包括式 III 化合物的至少一种：



其中， $R^3$  选自经取代的  $C_1-C_6$  亚烷基或经取代或未经取代的  $C_2-C_6$  亚烯基；经取代时，取代基选自卤素、 $C_1-C_6$  烷基或  $C_2-C_6$  烯基。

在一些实施例中，环状碳酸酯添加剂包括，但不限于以下化合物中的至少一种：





在一些实施例中，环状碳酸酯添加剂包括氟代碳酸乙烯酯（FEC）或碳酸亚乙烯酯（VC）中的至少一种。

在一些实施例中，当电解液包含环状碳酸酯添加剂时，基于该电解液的总重量，环状碳酸酯添加剂的含量为 0.01% 至 30%，例如，环状碳酸酯添加剂的含量可以为约 0.01%、约 0.05%、约 0.1%、约 0.2%、约 0.3%、约 0.4%、约 0.5%、约 0.6%、约 0.7%、约 0.8%、约 0.9%、约 1.0%、约 2.0%、约 3.0%、约 4.0 %、约 5.0%、约 6.0%、约 8.0%、约 9.0%、约 10%、约 15%、约 18%、约 20%、约 25% 或约 30%，或者为上述任意两个数值之间的范围。

在本申请中，式 I 化合物与环状碳酸酯添加剂共同作用可以进一步有助于增强 SEI 膜的稳定性，同时可以增加 SEI 膜的柔性，增强对活性材料的保护作用，降低活性材料与电解液的界面接触几率，从而改善循环过程中副产物累积产生的阻抗增长。

#### (5) 含硼锂盐

在一些实施例中，本申请的电解液还包括含硼锂盐，其包括四氟硼酸锂（ $\text{LiBF}_4$ ）、双草酸硼酸锂（ $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 、LiBOB）或二氟草酸硼酸锂（ $\text{LiBF}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$ 、LiDFOB）中的至少一种。

在一些实施例中，当电解液包括含硼锂盐时，基于该电解液的总重量，含硼锂盐的含量为 0.01% 至 3%，例如，含硼锂盐的含量可以为约 0.01%、约 0.05%、约 0.1%、约 0.2%、约 0.3%、约 0.4%、约 0.5%、约 0.6%、约 0.7%、约 0.8%、约 0.9%、约 1.0%、约 2.0%、约 3.0%，或者为上述任意两个数值之间的范围。

### 3、有机溶剂

本申请的电解液可以进一步包含非水有机溶剂。

在一些实施例中，非水有机溶剂可以包含碳酸酯、羧酸酯、醚类或其他非质子溶剂。碳酸酯类溶剂的示例包括碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯、碳酸乙丙酯、碳酸二丙酯等。羧酸酯类溶剂的示例包括乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸正丙酯、乙酸正丁酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丙酸丁酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、丁酸丙酯、丁酸丁酯、 $\gamma$ -丁内酯、乙酸 2,2-二氟乙酯、戊内酯、丁内酯、2-氟乙酸乙酯、2,2-

二氟乙酸乙酯、三氟乙酸乙酯、2,2,3,3,3-五氟丙酸乙酯、2,2,3,3,4,4,4,4-七氟丁酸甲酯、4,4,4-三氟-3-(三氟甲基)丁酸甲酯、2,2,3,3,4,4,5,5,5,5-九氟戊酸乙酯、2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-十七氟壬酸甲酯、2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-十七氟壬酸乙酯等。醚类溶剂的示例包括乙二醇二甲醚、二乙二醇二甲醚、四乙二醇二甲醚、二丁醚、四氢呋喃、2-甲基四氢呋喃、双(2,2,2-三氟乙基)醚等。

在一些实施例中，电解液中可以使用一种非水有机溶剂，也可以使用多种非水有机溶剂混合物，当使用混合溶剂时，可以根据期望的电化学装置性能进行控制混合比。

#### 4、锂盐

本申请的电解液可以进一步包含锂盐，其包括或选自有机锂盐或无机锂盐中的至少一种。在一些实施例中，锂盐中含有氟元素、硼元素或磷元素中的至少一种。

在一些实施例中，本申请锂盐包括或选自六氟磷酸锂(LiPF<sub>6</sub>)、六氟锑酸锂(LiSbF<sub>6</sub>)、六氟砷酸锂(LiAsF<sub>6</sub>)、全氟丁基磺酸锂(LiC<sub>4</sub>F<sub>9</sub>SO<sub>3</sub>)、高氯酸锂(LiClO<sub>4</sub>)、铝酸锂(LiAlO<sub>2</sub>)、四氯铝酸锂(LiAlCl<sub>4</sub>)、双磺酰亚胺锂(LiN(C<sub>x</sub>F<sub>2x+1</sub>SO<sub>2</sub>)(C<sub>y</sub>F<sub>2y+1</sub>SO<sub>2</sub>))，其中x和y是自然数)、氯化锂(LiCl)或氟化锂(LiF)中的至少一种。

在一些实施例中，本申请的电解液中锂盐的浓度为：0.5 mol/L 至 3 mol/L、0.5 mol/L 至 2 mol/L 或者 0.8 mol/L 至 1.5 mol/L。

在一些实施例中，电解液可以包含以下添加剂的组合：式 I 化合物和含硫氧双键的化合物；式 I 化合物和含硼锂盐；式 I 化合物和多腈化合物；式 I 化合物、含硫氧双键化合物和含硼锂盐；式 I 化合物、含硫氧双键的化合物和多腈化合物；式 I 化合物、多腈化合物和含硼锂盐。

在一些实施例中，电解液包含式 I 化合物以及以下化合物中至少一种的添加剂：1,3-丙磺酸内酯、环丁砜、硫酸乙烯酯、甲基二磺酸亚甲酯、四氟硼酸锂、二氟草酸硼酸锂、二氟磷酸锂、四氟草酸磷酸锂、氟代碳酸乙烯酯或碳酸亚乙烯酯。

## 二、电化学装置

本申请还提供一种电化学装置，其包括正极、负极、隔离膜和根据本申请的电解液。

在一些实施例中，电化学装置中的电解液还包含金属元素，该金属元素包含 Cu、Co、Ni 或 Mn 的至少一种。在一些实施例中，金属元素在电解液中的含量小于 1000 ppm。

在本申请中，式 I 化合物或含有硫氧双键的化合物、含有 P-O 键的化合物、多腈化合物中的至少一者与式 I 化合物共同作用，可以有效的抑制正极以及负极集流体中金属的溶出，维持正极活性材料结构的稳定，以及抑制负极集流体（例如，铜箔）的腐蚀。

### （1）正极

根据本申请的电化学装置的正极包括集流体和设置在集流体上的正极活性物质层。正极活性物质层包括正极活性物质，正极活性物质包括可逆地嵌入和脱嵌锂离子的化合物（即，锂化插层化合物）。正极活性物质可以包括包含锂以及从钴、锰和镍中选择的至少一种的复合氧化物。

上述作为正极活性物质的化合物可以具有位于表面上的包覆层，或者可以与具有包覆层的化合物混合。包覆层可以包括从包覆元素的氧化物、包覆元素的氢氧化物、包覆元素的羟基氧化物、包覆元素的碳酸氧盐（oxycarbonate）和包覆元素的碱式碳酸盐（hydroxyl carbonate）中选择的至少一种包覆元素化合物。用于包覆层的化合物可为非晶的或结晶的。在一些实施例中，用于包覆层的包覆元素可以包括 Mg、Al、Co、K、Na、Ca、Si、Ti、V、Sn、Ge、Ga、B、As、Zr 或它们的混合物。可以通过任何方法形成包覆层，只要不会因为在该化合物中包括所述元素而对正极活性物质的性质产生负面影响即可。例如，该方法可以包括对本领域技术人员来讲已知的任何包覆方法，例如喷涂、浸渍等。

正极活性物质层可以包括粘结剂和导电材料。粘结剂改善正极活性物质颗粒彼此间以及正极活性物质颗粒与集流体的粘结性能。在一些实施例中，粘结剂的非限制性示例包括聚乙烯醇、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、二乙酰基纤维素、聚氯乙烯、羧化的聚氯乙烯、聚氟乙烯、含亚乙基氧的聚合物、聚乙烯吡咯烷酮、聚氨酯、聚四氟乙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、丁苯橡胶、丙烯酸(酯)化的丁苯橡胶、环氧树脂、尼龙等。

导电材料用于为电极提供导电性。导电材料可以包括任何导电的材料，只要它不引起不想要的化学变化即可。在一些实施例中，导电材料的示例包括诸如下述的导电材料中的一种或混合物：天然石墨；人造石墨；炭黑；乙炔黑；科琴黑；碳纤维；金属粉、金属纤维等，例如铜、镍、铝、银等；或聚亚苯基衍生物等。集流体可以包括铝，但不限于此。

在一些实施例中，正极活性材料层的压实密度为  $3.2\text{g/cm}^3$ - $4.5\text{g/cm}^3$ 。

在一些实施例中，正极活性材料包括锂钴氧化物，正极活性材料层的压实密度为  $3.8\text{g/cm}^3$ - $4.5\text{g/cm}^3$ ，例如，正极活性材料层的压实密度可以为约  $3.8\text{g/cm}^3$ 、约  $3.85\text{g/cm}^3$ 、约  $3.9\text{g/cm}^3$ 、约  $4.0\text{g/cm}^3$ 、约  $4.1\text{g/cm}^3$ 、约  $4.15\text{g/cm}^3$ 、约  $4.2\text{g/cm}^3$ 、约  $4.3\text{g/cm}^3$ 、约  $4.5\text{g/cm}^3$ ，或者为上述任意两个数值之间的范围。

## (2) 负极

在一些实施例中，电化学装置的负极包括集流体和形成在集流体上的负极活性物质层，负极活性物质层包括负极活性物质，负极活性物质可以包括可逆地嵌入/脱嵌锂离子的材料、锂金属、锂金属合金、能够掺杂/脱掺杂锂的材料或过渡金属氧化物。可逆地嵌入/脱嵌锂离子的材料可以是碳材料。碳材料可以在锂离子可再充电电化学装置中通常使用的任何碳基负极活性物质。碳材料的示例包括结晶碳、非晶碳和它们的组合。结晶碳可以是无定形的或板形的、小片形的、球形的或纤维形的天然石墨或人造石墨。非晶碳可以是软碳、硬碳、中间相沥青碳化产物、烧制焦炭等。低结晶碳和高结晶碳均可以用作碳材料。作为低结晶碳材料，可通常包括软碳和硬碳。作为高结晶碳材料，可通常包括天然石墨、结晶石墨、热解碳、中间相沥青基碳纤维、中间相碳微珠、中间相沥青和高温锻烧炭(如石油或衍生自煤焦油沥青的焦炭)。

负极活性物质层可以包含有粘合剂，且该粘合剂可以包括各种粘合剂聚合物，如二氟乙烯-六氟丙烯共聚物(PVDF-co-HFP)，聚偏二氟乙烯、聚丙烯睛、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯醇、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、聚氯乙烯、羧化的聚氯乙烯、聚氟乙烯、含亚乙基氧的聚合物、聚乙烯吡咯烷酮、聚氨酯、聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、丁苯橡胶、丙烯酸(酯)化的丁苯橡胶、环氧树脂、尼龙等，但不限于此等。

负极活性物质层还可以包括导电材料来改善电极导电率。可以使用任何导电的材料作为该导电材料，只要它不引起不想要的化学变化即可。在一些实施例中，导电材料的示例包括：碳基材料，例如天然石墨、人造石墨、炭黑、乙炔黑、科琴黑、碳纤维等；金属基材料，例如包括铜、镍、铝、银等的金属粉或金属纤维；导电聚合物，例如聚亚苯基衍生物等；或它们的混合物。在一些实施例中，集流体可以为铜箔、镍箔、不锈钢箔、钛箔、泡沫镍、泡沫铜、包覆有导电金属的聚合物基板或它们的组合。

在一些实施例中，负极活性物质包括含硅材料。在一些实施例中，负极活性物质包

含硅氧复合物。

在一些实施例中，电化学装置中的负极活性物质颗粒的平均粒径为 5  $\mu\text{m}$  至 22  $\mu\text{m}$ 。

在一些实施例中，电化学装置中的负极活性物质的粒子具有 1  $\text{m}^2/\text{g}$  至 50  $\text{m}^2/\text{g}$  的比表面积。

在一些实施例中，硅氧复合物  $\text{SiO}_x$  ( $0 < x < 2$ ) 是多孔性硅类负极活性物质。

在一些实施例中，该多孔性  $\text{SiO}_x$  粒子硅类负极活性物质也可以含有  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$  或  $\text{Li}_4\text{SiO}_4$  中的至少一种。

在一些实施例中，负极活性材料层的压实密度为 1.4  $\text{g}/\text{cm}^3$ -2.0  $\text{g}/\text{cm}^3$ ，例如，负极活性材料层的压实密度可以为约 1.4  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 1.5  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 1.6  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 1.65  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 1.7  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 1.75  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 1.8  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 1.9  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、约 2.0  $\text{g}/\text{cm}^3$ ，或者为上述任意两个数值之间的范围。

### (3) 隔离膜

在一些实施例中，电化学装置的隔离膜包含聚烯烃类多孔膜、涂层（涂覆于聚烯烃类多孔膜的表面上）和聚合物粘合剂。

在一些实施例中，隔离膜包括聚乙烯（PE）、乙烯-丙烯共聚物、聚丙烯（PP）、乙烯-丁烯共聚物、乙烯-己烯共聚、乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物中的一种或多种组成的单层或多层的聚烯烃类多孔膜。

在一些实施例中，隔离膜的涂层包括：无机陶瓷颗粒和有机物，其中，涂层中的有机物包括聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物、聚丙烯腈、聚酰亚胺、丙烯腈-丁二烯共聚物、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯、聚丙烯酸乙酯、丙烯酸-苯乙烯共聚物、聚二甲基硅氧烷、聚丙烯酸钠或羧甲基纤维素钠中的至少一种，涂层中的无机陶瓷颗粒包括  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZrO}_2$  或  $\text{SnO}_2$  中的至少一种。

在一些实施例中，涂层中的聚合物包括聚偏二氟乙烯。

在一些实施例中，本申请的电化学装置的充电截止电压为 4.2V 及以上。

### 三、电子装置

本申请还提供一种电子装置，其包括根据本申请的电化学装置。

根据本申请的电化学装置适用于各种领域的电子设备。本申请的电化学装置的用途没有特别限定，其可用于现有技术中已知的任何用途。在一个实施例中，本申请的电化学装置可用于，但不限于以下电子装置：笔记本电脑、笔输入型计算机、移动电脑、电子书播放器、便携式电话、便携式传真机、便携式复印机、便携式打印机、头戴式立体声耳机、录像机、液晶电视、手提式清洁器、便携 CD 机、迷你光盘、收发机、电子记事本、计算器、存储卡、便携式录音机、收音机、备用电源、电机、汽车、摩托车、助力自行车、自行车、照明器具、玩具、游戏机、钟表、电动工具、闪光灯、照相机、家庭用大型蓄电池和锂离子电容器等。

本申请实现了以下意料不到的技术效果：本申请提供的式 I 化合物可以稳定正极高价态的过渡金属，由于包含增加的氰基数量且物质结构中含磷元素，其可以增强正极高价态的过渡金属的稳定性。由此，本申请的电解液显著改善了电化学装置（例如，锂离子电池）的高温存储性能。

## 实施例

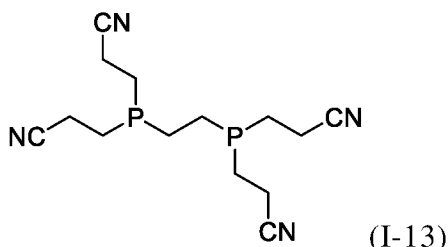
下面结合实施例，进一步阐述本申请。应理解，这些实施例仅用于说明本申请而不适用于限制本申请的范围。

### 实施例 I

#### 1、化合物 I-13 的合成

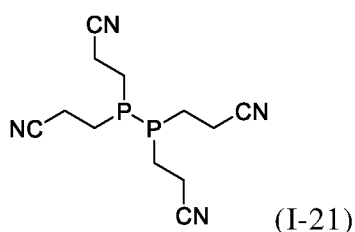
在 500mL 的三口瓶中加入三（2-氰基乙基）膦（38.64g，0.2mol）和 150mL 的正丁醇，加热回流，当完全溶解后，边搅拌边缓慢加入 16.9g（0.09mol）的 1,2-二溴乙烷。将混合物加热回流总共 24h，然后趁热过滤，收集沉淀物，干燥，并用乙腈重结晶，得到 47.3g 的亚乙基-双[三-（2-氰乙基）-溴化磷]。

将金属钠（3.8g）溶解在 200mL 无水乙醇中，将溶液冷却至 25℃。将 47.3g 的亚乙基-双[三-（2-氰乙基）-溴化磷]加到乙醇钠溶液中，并将混合物回流 2 小时，然后将反应混合物浓缩。过滤，用冰水洗涤以除去溴化钠，用丙酮水溶液中重结晶得到 18.2g 的 3,3',3'',3'''-（乙烷-1,2-二基双（膦三基））四丙腈（I-13）。



## 2、化合物 I-21 的合成

在100mL的圆底烧瓶中加入2.8g的二(β-氰基乙基)膦和1.9g的吡啶和40mL的氯仿，在0℃下，加入3.5g的二(β-氰基乙基)膦氯，反应2h后，用水萃取两次，每次用20mL的水，干燥，移去氯仿，用丙酮-水重结晶得到2.7g的3,3',3'',3'''-(二膦-1,1,2,2-四基)四丙腈(I-21)。



## 实施例 II

### 1、制备方法

#### 1) 电解液的制备

基础电解液一：在含水量<10 ppm 的氩气气氛手套箱中，将碳酸乙烯酯(简称为 EC)、碳酸丙烯酯(简称为 PC)、碳酸二乙酯(简称为 DEC)、丙酸乙酯(简称为 EP)、丙酸丙酯(简称为 PP)，按照 1:1:1:1:1 的质量比混合均匀，再将充分干燥的锂盐 LiPF<sub>6</sub>(1 mol/L) 溶解于上述混合物，得到基础电解液一。

基础电解液二：在含水量<10 ppm 的氩气气氛手套箱中，将碳酸乙烯酯(简称为 EC)、碳酸丙烯酯(简称为 PC)、碳酸二乙酯(简称为 DEC)，按照 3:3:4 的质量比混合均匀，再将充分干燥的锂盐 LiPF<sub>6</sub>(1 mol/L) 溶解于上述混合物，得到基础电解液二。

基础电解液三：在含水量<10 ppm 的氩气气氛手套箱中，将碳酸乙烯酯(简称为 EC)、碳酸丙烯酯(简称为 PC)、碳酸二乙酯(简称为 DEC)、丙酸乙酯(简称为 EP)，按照 1:2:6:1 的质量比混合均匀，再将充分干燥的锂盐 LiPF<sub>6</sub>(1 mol/L) 溶解于上述混合物，得到基础电解液三。

在上述各个基础电解液中分别加入根据本申请的式 I 化合物、其他化合物或其组合以得到各个实施例的电解液。具体添加剂的种类和含量在下文的表格中提供。

### 2) 正极的制备:

正极一: 将 NCM811 ( $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ )、导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏二氟乙烯 (简称为 PVDF) 按重量比 96:2:2 在适量的 N-甲基吡咯烷酮 (简称为 NMP) 溶剂中充分搅拌混合, 使其形成均匀的正极浆料; 将此浆料涂覆于正极集流体铝箔上, 烘干、冷压、焊接极耳, 得到正极一, 正极一的压实密度为  $3.50 \text{ g/cm}^3$ 。

正极二: 将 LCO ( $\text{LiCoO}_2$ )、导电碳黑、导电浆料、粘结剂聚偏二氟乙烯 (简称为 PVDF) 按重量比 97.9:0.4:0.5:1.2 在适量的 N-甲基吡咯烷酮 (简称为 NMP) 溶剂中充分搅拌混合, 使其形成均匀的正极浆料; 将此浆料涂覆于正极集流体铝箔上, 烘干、冷压、焊接极耳, 得到正极二, 正极二的压实密度为  $4.15 \text{ g/cm}^3$ 。

### 3) 负极的制备

负极一: 将石墨、粘结剂丁苯橡胶 (简称为 SBR)、增稠剂羧甲基纤维素钠 (简称为 CMC) 按照重量比 97.4:1.4:1.2 在适量的去离子水中充分搅拌混合, 使其形成均匀的负极浆料; 将此浆料涂覆于负极集流体铜箔上, 烘干、冷压、焊接极耳, 得到负极一, 负极一的压实密度为  $1.80 \text{ g/cm}^3$ , 石墨 Dv50 为  $10 \mu\text{m}$ 。

负极二: 将石墨、硅材料 ( $\text{SiO}$ )、羧甲基纤维素钠 (CMC)、改性聚丙烯酸按照重量比 87:10:0.6:2.4 在适量的去离子水中充分搅拌混合, 使其形成均匀的负极浆料; 将此浆料涂覆于负极集流体铜箔上, 烘干、冷压、焊接极耳, 得到负极二, 负极二的压实密度为  $1.70 \text{ g/cm}^3$ , 石墨和硅材料的混合物的 Dv50 为  $17 \mu\text{m}$ 。

### 3) 隔离膜

实施例中使用单层 PE 多孔聚合物薄膜作为隔离膜 (S), 其厚度为 5 微米, 孔隙率为 39%, 该隔离膜包含无机涂层和有机物, 其中, 无机涂层为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 有机物为聚偏二氟乙烯。

### 4) 锂离子电池的制备:

将正极、隔离膜、负极按顺序叠好, 使隔离膜处于正极和负极之间起到隔离的作用, 然后卷绕得到裸电芯; 将裸电芯置于外包装箔中, 将制备好的电解液注入到干燥后的电池中, 经过真空封装、静置、化成、整形等工序, 即完成锂离子电池的制备。

## 2、测试方法及测试结果

实施例 1 至 80 和对比例 1 至 5

实施例 1 至 80 和对比例 1 至 5 中使用基础电解液一、正极二和负极一来根据上文所描述的方法制备锂离子电池，并对其循环测试和高温存储测试。具体测试方法如下：

25℃循环测试流程：在 25℃条件下，将电池以 0.7C 充电至 4.45V，4.45V 条件下恒压充电至 0.05C。之后以 1C 的电流放电至 3.0V，测试锂离子电池的容量并记为  $C_0$ ，并以 1.5C 的电流充电至电压为 4.45V，然后以 1C 的电流放电至 3.0V 的流程作为一次循环，循环进行 800 圈测试锂离子电池的容量，并将容量记为  $C$ 。循环容量保持率按照下式进行计算：

$$\text{循环容量保持率(\%)} = (C - C_0) \div C_0 \times 100\%$$

45℃浮充测试流程：将电池在 25℃下以 0.5C 放电至 3.0V，再以 0.5C 充电至 4.45V，4.45V 下恒压充电至 0.05C，测试锂离子电池的厚度并记为  $D_0$ ，放置到 45℃烘箱当中，4.45V 恒压充电 42 天，监控厚度变化，厚度记为  $D$ ，浮充的厚度膨胀率按照下式进行计算：

$$\text{浮充的厚度膨胀率(\%)} = (D - D_0) \div D_0 \times 100\%$$

85℃高温存储测试流程：将电池在 25℃下以 0.5C 恒流充电至 4.45V，然后恒压充电至电流为 0.05C，测试锂离子电池的厚度并记为  $D_1$ ，放置到 85℃烘箱当中 24 h，监控此时厚度，记为  $D_2$ 。锂离子电池高温存储 24h 后的厚度膨胀率按照下式进行计算：

$$\text{厚度膨胀率(\%)} = (D_2 - D_1) \div D_1 \times 100\%$$

具体测试结果见下文。

表 1. 实施例 1 至 34 以及对比例 1 的电解液以及测试结果

例子	式 I 化合物		含有硫氧双键的化合物			45℃浮充的厚度膨胀率	高温存储厚度膨胀率
	结构式	含量 (wt%)	II-12 (wt%)	II-18 (wt%)	II-21 (wt%)		
实施例 1	I-5	0.1				35.7%	19.9%
实施例 2	I-5	0.2				25.3%	16.6%
实施例 3	I-5	0.3				18.9%	14.2%
实施例 4	I-5	0.5				15.8%	13.0%
实施例 5	I-5	1				12.7%	11.3%

实施例 6	I-5	1.5				12.5%	11.0%
实施例 7	I-5	2				12.9%	11.7%
实施例 8	I-5	3				13.6%	13.1%
实施例 9	I-5	5				16.3%	13.7%
实施例 10	I-1	0.5				16.3%	17.0%
实施例 11	I-7	0.5				14.2%	12.1%
实施例 12	I-10	0.5				14.9%	12.3%
实施例 13	I-11	0.5				17.5%	14.9%
实施例 14	I-13	0.5				15.5%	12.6%
实施例 15	I-19	0.3				17.9%	13.8%
实施例 16	I-21	0.5				17.2%	13.5%
实施例 17	I-5	0.5	3			13.9%	11.6%
实施例 18	I-5	0.5	1			14.2%	12.7%
实施例 19	I-5	0.5	0.8			14.9%	12.3%
实施例 20	I-5	0.5	3		0.5	10.8%	11.5%
实施例 21	I-5	0.5	4	0.5		10.6%	11.2%
实施例 22	I-5	0.5	2	1		10.1%	11.4%
实施例 23	I-5	0.5	3	2	0.5	9.3%	11.0%
实施例 24	I-5	0.5	3	1	0.5	9.0%	9.8%
实施例 25	I-5	0.5	4	3	1	11.7%	12.5%
实施例 26	I-5	0.5	5	3	2	14.5%	14.1%
实施例 27	I-5	0.5	4	0.5	0.5	10.7%	11.6%
实施例 28	I-1	0.5	4	0.5		14.0%	15.2%
实施例 29	I-7	0.5	4	0.5		10.5%	11.1%
实施例 30	I-10	0.5	4	0.5		10.4%	10.7%
实施例 31	I-11	0.5	4	0.5		11.6%	11.3%
实施例 32	I-13	0.5	4	0.5		10.2%	10.6%
实施例 33	I-19	0.3	4	0.5		10.3%	10.0%
实施例 34	I-21	0.5	4	0.5		10.3%	10.6%
对比例 1			4	0.5		54.7%	22.6%

通过表 1 的实施例和对比例可以看出, 根据本申请的式 I 化合物可以显著改善电池的浮充和高温存储性能。以上测试结果表明, 当式 I 化合物的含量在 0.01wt% 至 10wt% 之间时, 本申请提供的式 I 化合物均能够稳定高价态的过渡金属, 从而改善电化学装置的性能。

实施例 18 至 34 中额外添加了含硫氧双键的化合物，测试结果表明，本申请式 I 化合物与含硫氧双键的化合物组合使用能够进一步改善电化学装置的高温存储性能。

表 2. 实施例 4、35 至 49 的电解液以及测试结果

例子	式 I 化合物		含硼锂盐		25°C/800 圈循环保持率	85°C 高温 存储厚度 膨胀率
	结构式	含量 (wt%)	LiBF <sub>4</sub> (wt%)	LiDFOB (wt%)		
实施例 4	I-5	0.5			87.9%	13.0%
实施例 35	I-5	0.5	0.1		88.5%	12.0%
实施例 36	I-5	0.5	0.2		89.7%	11.5%
实施例 37	I-5	0.5	0.5		91.2%	10.9%
实施例 38	I-5	0.5	1		90.7%	11.1%
实施例 39	I-5	0.5		0.1	89.0%	11.6%
实施例 40	I-5	0.5		0.3	90.8%	11.0%
实施例 41	I-5	0.5		0.5	91.7%	10.6%
实施例 42	I-5	0.5	1	0.5	92.4%	10.1%
实施例 43	I-5	0.5	0.5	0.2	92.1%	10.9%
实施例 44	I-5	0.5	0.5	0.5	92.3%	10.3%
实施例 45	I-5	0.5	1	2	92.1%	10.7%
实施例 46	I-1	0.5	0.2		89.2%	12.2%
实施例 47	I-7	0.5	0.2		89.5%	10.7%
实施例 48	I-11	0.5	0.2		90.2%	12.3%
实施例 49	I-13	0.5	0.2	0.6	89.9%	10.0%

通过实施例 35 至 49 示出了本申请的式 I 化合物与含硼锂盐组合使用的实例，从测试结果可以看出，该组合能够使电化学装置的高温存储和循环性能都得到明显改善。

表 3. 实施例 4 和 50 至 66 的电解液以及测试结果

例子	式 I 化合物		含有 P-O 键的化合物		85°C 高温存 储厚度膨胀 率
	结构式	含量 (wt%)	LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (wt%)	1,2-双 ( (二氟 磷基) 氧 基) 乙烷 (wt%)	
实施例 4	I-5	0.5			13.0%
实施例 50	I-5	0.5	0.1		11.7%
实施例 51	I-5	0.5	0.3		11.0%
实施例 52	I-5	0.5	0.5		10.2%

实施例 53	I-5	0.5	0.7		9.3%
实施例 54	I-5	0.5	0.9		8.7%
实施例 55	I-1	0.5	0.5		12.1%
实施例 56	I-11	0.5	0.5		10.5%
实施例 57	I-13	0.5	0.5		9.7%
实施例 58	I-19	0.5	0.5		9.2%
实施例 59	I-5	0.5		0.5	10.9%
实施例 60	I-1	0.5		0.5	13.1%
实施例 61	I-11	0.5		0.5	10.9%
实施例 62	I-13	0.5		0.5	10.7%
实施例 63	I-19	0.5		0.5	10.1%
实施例 64	I-5	0.5	0.3	0.5	8.9%
实施例 65	I-5	0.5	1	0.3	10.3%
实施例 66	I-5	0.5	1.5	1.5	12.7%

通过实施例 50 至 66 与实施例 4 可以看出, 额外添加含有 P-O 键的化合物与本申请的式 I 化合物组合能够进一步改善电化学装置的高温存储性能。这是因为含有 P-O 键的化合物 (例如, 二氟磷酸锂和四氟草酸磷酸锂) 与式 I 化合物共同作用, 在正极成膜能够减少电解液与正极接触, 起到抑制产气的作用。

表 4. 实施例 4、13、14 和 67 至 82 以及对比例 2 至 5 的电解液以及测试结果

例子	式 I 化合物		多腈化合物				45°C 浮充的厚度膨胀率	25°C/800 圈循环保持率
	结构式	含量 (wt%)	TCEP (wt%)	HTCN (wt%)	DENE (wt%)	ADN (wt%)		
实施例 4	I-5	0.5					15.8%	87.9%
实施例 13	I-13	0.5					15.5%	88.2%
实施例 14	I-19	0.3					17.9%	81.6%
实施例 67	I-5	0.5	0.5				12.7%	89.6%
实施例 68	I-5	0.5		0.5			12.3%	88.7%
实施例 69	I-5	0.5			0.5	0.5	13.6%	88.2%
实施例 70	I-5	0.5		0.5	1	0.5	9.0%	89.2%
实施例 71	I-5	0.5		0.5	1	2	8.3%	89.3%
实施例 72	I-5	0.5		0.5	2	4	9.1%	88.9%
实施例 73	I-5	0.5		1	1	2	8.1%	89.8%
实施例 74	I-5	0.5		1	3	4	9.9%	88.3%
实施例 75	I-5	0.5		2	3	5	10.9%	86.6%
实施例 76	I-5	0.5		3	1	1	7.2%	85.9%
实施例 77	I-5	0.5		2	1	1	7.5%	86.3%
实施例 78	I-13	0.5	0.5				12.3%	90.1%
实施例 79	I-19	0.3	0.5				12.6%	84.5%
实施例 80	I-19	0.3		0.5	1	0.5	8.8%	83.7%

实施例 81	I-13	0.5		0.5			11.7%	89.0%
实施例 82	I-13	0.5		0.5	1	0.5	8.8%	89.5%
对比例 2			1				16.2%	86.5%
对比例 3				1			16.1%	84.2%
对比例 4					1		52.3%	79.1%
对比例 5						1	53.1%	78.5%

本申请的发明人出人意料地发现，本申请的式 I 化合物与多腈化合物组合使用可以有效的降低电解液黏度和成本。由以上表 4 中的测试结果可以看出，本申请提供的式 I 化合物与多腈化合物的组合使用可以显著提高电池的浮充性能以及循环性能，但多腈化合物加入量过大会导致电解液黏度过大，动力学受到影响，循环性能改善程度降低。

实施例 83 至 90 中使用基础电解液二、正极一和负极一来根据上文所描述的方法制备锂离子电池，并对其进行过充测试。实施例 83 至 90 是在实施例 4 的基础上添加表 5 所示物质。

表 5. 实施例 4 和 83 至 90 的电解液以及测试结果

例子	含硫氧双键的化合物		含硼锂盐		含有 P-O 键的化合物		多腈化合物		45°C 浮充的厚度膨胀率	85°C 高温存储厚度膨胀率
	结构式	含量 (wt %)	物质	含量 (wt %)	物质	含量 (wt %)	物质	含量 (wt %)		
实施例 4									15.8%	13.0%
实施例 83	II-12	2					HTCN + SN	1+2	9.7%	8.9%
实施例 84	II-12	2					TCEP	1.5	8.7%	8.2%
实施例 85	II-12	2			LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.3	TCEP+ADN	1+2	8.3%	7.8%
实施例 86	II-12+II-21	2+1			LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.3	TCEP+ADN	1+2	8.0%	7.4%
实施例 87	II-12	2			LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.3	TCEP+DENE	1+1	8.6%	8.0%
实施例 88	II-12	2	LiBF <sub>4</sub>	0.3	LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.3	TCEP+DENE	1+1	7.9%	7.6%
实施例 89	II-12+II-21	1+1			LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.5	TCEP	1	8.9%	8.3%
实施例 90	II-12+II-18	1+1			LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.6	TCEP+ADN+DENE	1+1+1	7.9%	7.5%

由以上表 5 中的测试结果可以看出，本申请提供的式 I 化合物与多种物质的组合使用可以显著提高电池的浮充性能以及高温存储性能。

实施例 91 至 96 以及对比例 6 至 7

实施例 91 至 96 以及对比例 6 至 7 中使用基础电解液二、正极一和负极一来根据上文所描述的方法制备锂离子电池，并对其进行过充测试。具体测试方法如下：

过充测试流程：将电池在 25℃ 下以 0.5C 放电至 2.8V，在以 2C（6.8A）恒流充电至如表所示的不同电压，再恒压充电 3h，监控电池表面温度变化，不着火不冒烟即为通过，并统计通过电池的数量，每组测试 10 颗电池，记录通过测试电池数量。

表 6. 实施例 91 至 96 以及对比例 6 至 7 的电解液以及测试结果

例子	式 I 化合物		含硫氧双键的化合物		过充测试	
	I-5 (wt%)	I-13 (wt%)	II-7 (wt%)	II-12 (wt%)	电压	10 颗电池中通过测试的电池数量
实施例 4	0.5				6V	0
实施例 91	0.5		0.5	2	6V	9
实施例 92	0.5		1	2	7V	10
实施例 93	0.5		3	2	8V	7
实施例 94	0.5		5	2	8V	10
实施例 95		0.5	5	2	8V	10
实施例 96		0.5	5	2	9V	6
对比例 6			5		6V	0
对比例 7			5	2	6V	0

通过以上表 6 中的测试结果可以看出，与单独使用式 I 化合物或含硫氧双键的化合物相比较，将这两类物质组合使用能够明显的改善电化学装置的过充性能。这是因为本申请使用的含硫氧双键的化合物一方面可以提高电解液的抗氧化性，另一方面可以在负极表面形成稳定的保护膜，有效的防止锂析晶并且减少与电解液直接接触，而本申请的式 I 化合物可以保护正极，抑制电解液分解，二者的组合能够显著提高过充性能。

#### 实施例 97 至 100 以及对比例 8

中使用基础电解液三、正极二和负极二制备锂离子电池，并对其进行 60℃ 高温存储测试。具体测试方法如下：

60℃ 高温存储测试流程：将电池在 25℃ 下以 0.5C 恒流充电至 4.45V，然后恒压充电至电流为 0.05C，测试锂离子电池的厚度并记为 D<sub>3</sub>；放置到 60℃ 烘箱当中 30 天，监控此时厚度，记为 D<sub>4</sub>。按照以下公式计算锂离子电池高温存储 24h 后的厚度膨胀率：

$$60^\circ\text{C 高温存储厚度膨胀率}(\%) = (D_4 - D_3) \div D_3 \times 100\%。$$

45℃ 循环测试流程：在 45℃ 条件下，将电池以 0.7C 充电至 4.45V，4.45V 条件下恒压充电至 0.05C，之后以 0.5C 的电流放电至 3.0V，记录此次放电容量记为 C<sub>1</sub>，之后以

0.5C 充电至电压为 4.45V, 之后以 0.5C 放电至 3.0V 的流程进行循环测试, 循环进行 500 圈, 并记录循环容量  $C_2$ 。循环容量保持率按照下式进行计算:

$$45^{\circ}\text{C 循环容量保持率}(\%) = (C_2 - C_1) \div C_1 \times 100\%$$

具体测试结果见表 7。

表 7. 实施例 97 至 100 以及对比例 8 的电解液以及测试结果

	式 I 化合物		60°C 存储厚度膨胀率	45°C/500 圈循环保持率
	I-5	I-13		
	wt%	wt%		
实施例 97	1		19.3%	86.2%
实施例 98		1	16.9%	87.9%
实施例 99	0.5		18.5%	79.6%
实施例 100	0.5	0.5	13.5%	87.1%
对比例 8			95.6%	59.2%

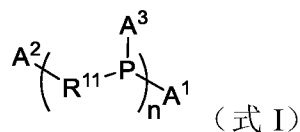
由以上结果可以看出, 与对比例 8 相比, 加入根据本申请的式 I 化合物后能够显著改善高温存储性能。本申请的式 I 化合物可以提高正极材料界面的稳定性, 另外式 I 化合物包含的磷部分能够吸收正极释放的氧, 减少电解液分解, 抑制产气, 起到改善高温存储和循环的作用。

整个说明书中对“一些实施例”、“部分实施例”、“一个实施例”、“另一举例”、“举例”、“具体举例”或“部分举例”的引用, 其所代表的意思是在本申请中的至少一个实施例或举例包含了该实施例或举例中所描述的特定特征、结构、材料或特性。因此, 在整个说明书中的各处所出现的描述, 例如: “在一些实施例中”、“在实施例中”、“在一个实施例中”、“在另一个举例中”, “在一个举例中”、“在特定举例中”或“举例”, 其不必然是引用本申请中的相同的实施例或示例。此外, 本文中的特定特征、结构、材料或特性可以以任何合适的方式在一个或多个实施例或举例中结合。

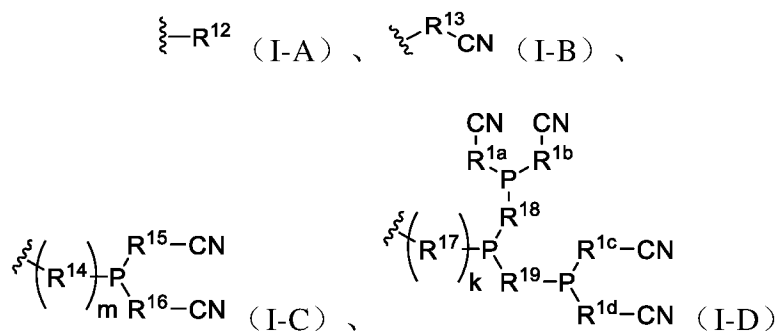
尽管已经演示和描述了说明性实施例, 本领域技术人员应该理解上述实施例不能被解释为对本申请的限制, 并且可以在不脱离本申请的精神、原理及范围的情况下对实施例进行改变, 替代和修改。

## 权 利 要 求 书

1、一种电解液，其包括至少一种式 I 化合物：



其中， $\text{A}^1$ 、 $\text{A}^2$  和  $\text{A}^3$  各自独立地选自以下式 I-A、I-B、I-C、或 I-D，且三者不同时为 I-A：



其中， $\text{---}$  表示与相邻原子的结合位点，

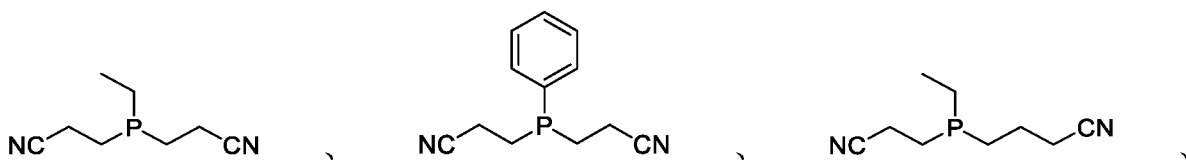
其中， $m$ 、 $k$  各自独立地选自 0 或 1， $n$  选自 1 到 6 的整数，

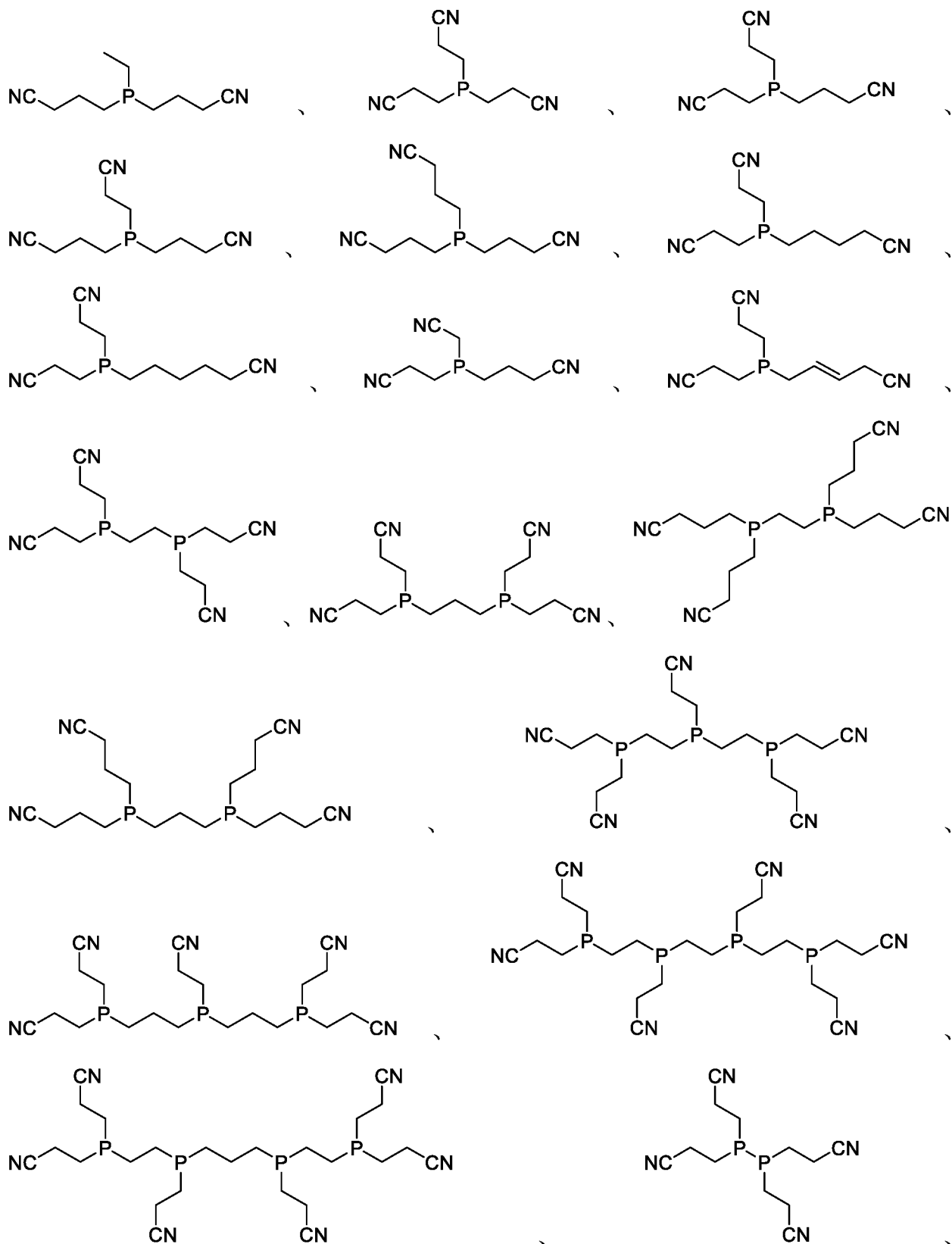
$\text{R}^{11}$ 、 $\text{R}^{13}$ 、 $\text{R}^{14}$ 、 $\text{R}^{15}$ 、 $\text{R}^{16}$ 、 $\text{R}^{17}$ 、 $\text{R}^{18}$ 、 $\text{R}^{19}$ 、 $\text{R}^{1a}$ 、 $\text{R}^{1b}$ 、 $\text{R}^{1c}$  和  $\text{R}^{1d}$  各自独立地选自氢、经取代或未经取代的  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  亚烷基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  亚烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  亚炔基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  的连烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{10}$  芳基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  脂环烃基，

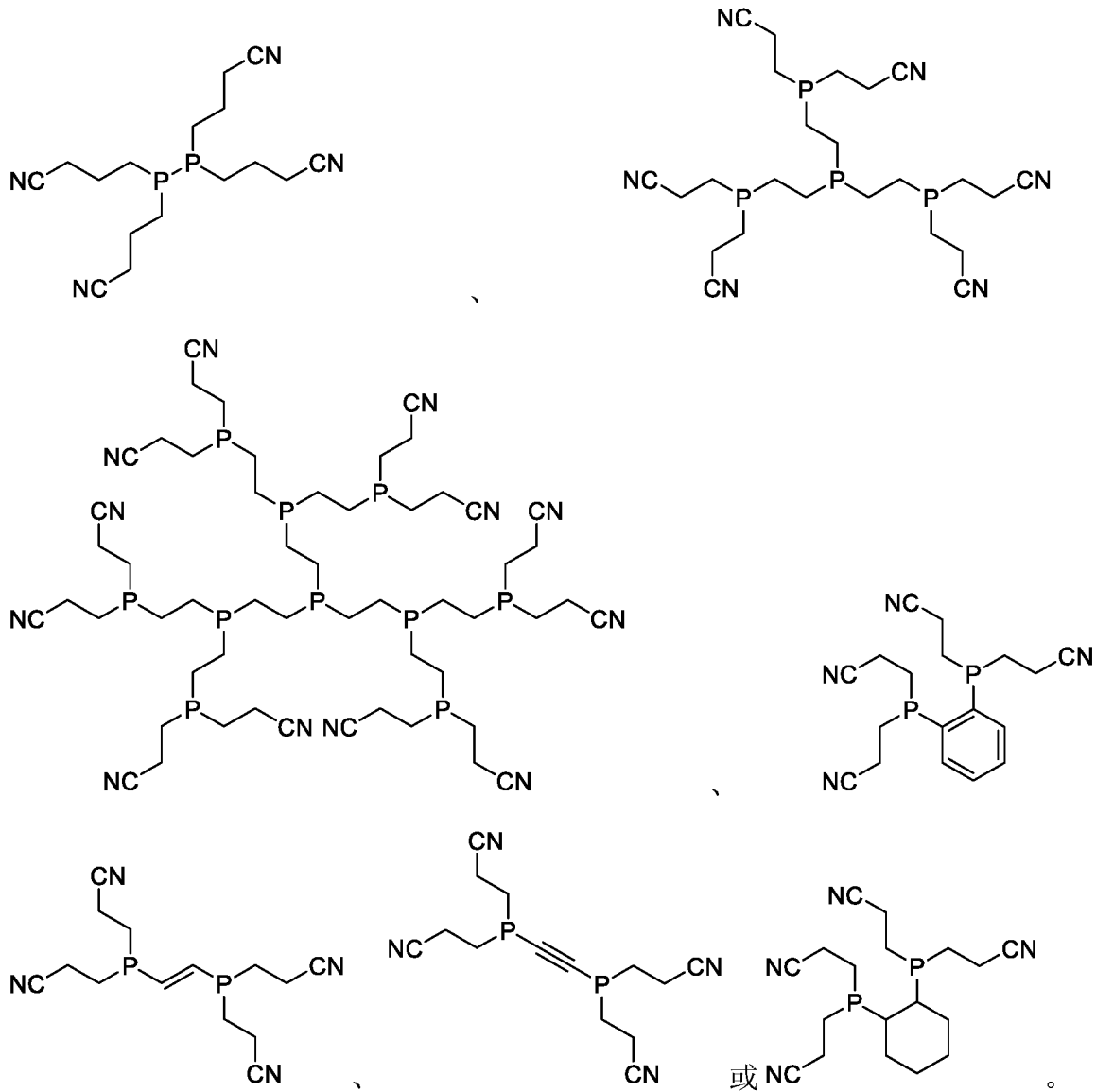
$\text{R}^{12}$  选自经取代或未经取代的  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$  烷基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_2$ - $\text{C}_{10}$  炔基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  连烯基、经取代或未经取代的  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{10}$  芳基、经取代或未经取代的  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{10}$  脂环烃基、取代或未取代的含杂原子的官能团，

其中，经取代时，取代基各自独立选自卤素。

2、根据权利要求 1 所述的电解液，其中所述式 I 化合物包含以下化合物的至少一种：







3、根据权利要求 1 所述的电解液，其中，基于所述电解液的总重量，所述式 I 化合物的含量为 0.01%至 5%。

4、根据权利要求 1 所述的电解液，其还包括含有硫氧双键的化合物，其包括以下化合物的至少一种：环丁砜、1,3-丙磺酸内酯、1,4-丁磺内酯、甲基二磺酸亚甲酯、1,3-丙二磺酸酐、硫酸乙烯酯、亚硫酸乙烯酯、4-甲基硫酸乙烯酯、2,4-丁磺内酯、2-甲基-1,3-丙磺酸内酯、1,3-丁磺酸内酯、1-氟-1,3-丙磺酸内酯、2-氟-1,3-丙磺酸内酯、3-氟-1,3-丙磺酸内酯、丙烯基-1,3-磺酸内酯、硫酸丙烯酯、亚硫酸丙烯酯或氟代硫酸乙烯酯，其中，基于所述电解液的总重量，所述含有硫氧双键的化合物的含量为 0.01%至 10%。

5、根据权利要求 1 所述的电解液，其还包括含有 P-O 键的化合物，其包括以下化合物的至少一种：二氟磷酸锂、二氟双草酸磷酸锂、四氟草酸磷酸锂、1,2-双（（二氟

膦基)氧基)乙烷、三甲基磷酸酯、三苯基磷酸酯、三异丙基磷酸酯、3,3,3-三氟乙基磷酸酯、3,3,3-三氟乙基亚磷酸酯、三(三甲基硅烷)磷酸酯、五氟乙氧基环三磷腈或五氟(苯氧基)环三磷腈,其中,基于所述电解液的总重量,所述含有P-O键的化合物的含量为0.1%至3%。

6、根据权利要求1所述的电解液,其还包括多膦化合物,其包括以下化合物的至少一种:己二膦、丁二膦、1,2-二(2-氰乙氧基)乙烷、1,2,3-丙三甲膦、1,3,5-戊三甲膦、1,3,6-己三甲膦、1,2,6-己三甲膦或1,2,3-三(2-氰基乙氧基)丙烷。

7、根据权利要求6所述的电解液,其中,基于所述电解液的总重量,所述式I化合物的含量为a%,所述多膦化合物的含量为b%,所述式I化合物的含量与所述多膦化合物的含量的比值a/b为大于等于0.1且小于等于80。

8、一种电化学装置,其包括正极、负极、隔离膜和权利要求1-7中任一项所述的电解液。

9、根据权利要求8所述的电化学装置,其中,所述电解液还包含金属元素,所述金属元素包含Cu、Co、Ni或Mn的至少一种,其中所述金属元素在所述电解液中的含量小于1000 ppm。

10、根据权利要求8所述的电化学装置,其中所述负极包括负极活性物质层和负极集流体,所述负极活性物质层包含负极活性物质,所述负极活性物质包含含硅材料。

11、一种电子装置,其包含权利要求8至10中任一项所述的电化学装置。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/108970

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H01M 10/0567(2010.01)i; H01M 10/0525(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)		
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)		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 电解液, 膈, 氧, 磷, P, CN, electrolyte, nitrile, cyanide, phosphorus		
<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 109786835 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 21 May 2019 (2019-05-21) description paragraphs 3-110	1-11
A	CN 111446501 A (QINGDAO BINHAI UNIVERSITY) 24 July 2020 (2020-07-24) entire document	1-11
A	CN 111342135 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD.) 26 June 2020 (2020-06-26) entire document	1-11
A	CN 105609874 A (DONGGUAN AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED) 25 May 2016 (2016-05-25) entire document	1-11
A	CN 110165219 A (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LTD. et al.) 23 August 2019 (2019-08-23) entire document	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
08 February 2021		25 February 2021
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

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

International application No. <b>PCT/CN2020/108970</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109786835	A	21 May 2019	WO	2020151658	A1	30 July 2020
CN	111446501	A	24 July 2020	None			
CN	111342135	A	26 June 2020	None			
CN	105609874	A	25 May 2016	None			
CN	110165219	A	23 August 2019	CN	110165219	B	30 October 2020
				WO	2020244260	A1	10 December 2020

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/108970

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H01M 10/0567(2010.01)i; H01M 10/0525(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>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>WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 电解液, 膈, 氰, 磷, P, CN, electrolyte, nitrile, cyanide, phosphorus</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 109786835 A (宁德新能源科技有限公司) 2019年 5月 21日 (2019 - 05 - 21) 说明书第3-110段</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111446501 A (青岛滨海学院) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111342135 A (宁德新能源科技有限公司) 2020年 6月 26日 (2020 - 06 - 26) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105609874 A (东莞新能源科技有限公司) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110165219 A (宁德新能源科技有限公司等) 2019年 8月 23日 (2019 - 08 - 23) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 109786835 A (宁德新能源科技有限公司) 2019年 5月 21日 (2019 - 05 - 21) 说明书第3-110段	1-11	A	CN 111446501 A (青岛滨海学院) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 全文	1-11	A	CN 111342135 A (宁德新能源科技有限公司) 2020年 6月 26日 (2020 - 06 - 26) 全文	1-11	A	CN 105609874 A (东莞新能源科技有限公司) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 全文	1-11	A	CN 110165219 A (宁德新能源科技有限公司等) 2019年 8月 23日 (2019 - 08 - 23) 全文	1-11
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	CN 109786835 A (宁德新能源科技有限公司) 2019年 5月 21日 (2019 - 05 - 21) 说明书第3-110段	1-11																		
A	CN 111446501 A (青岛滨海学院) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 全文	1-11																		
A	CN 111342135 A (宁德新能源科技有限公司) 2020年 6月 26日 (2020 - 06 - 26) 全文	1-11																		
A	CN 105609874 A (东莞新能源科技有限公司) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 全文	1-11																		
A	CN 110165219 A (宁德新能源科技有限公司等) 2019年 8月 23日 (2019 - 08 - 23) 全文	1-11																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 2月 8日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 2月 25日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>成慧明</p> <p>电话号码 010-53961291</p>																		

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2020/108970

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	109786835	A	2019年 5月 21日	WO	2020151658	A1	2020年 7月 30日
CN	111446501	A	2020年 7月 24日	无			
CN	111342135	A	2020年 6月 26日	无			
CN	105609874	A	2016年 5月 25日	无			
CN	110165219	A	2019年 8月 23日	CN	110165219	B	2020年 10月 30日
				WO	2020244260	A1	2020年 12月 10日