



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118198501 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 14

(21) 申请号 202410362350.6

(22) 申请日 2024.03.27

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72) 发明人 黄佳琦 杨毅 闫崇

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司 11258

专利代理师 吕倩茹

(51) Int. Cl.

H01M 10/0569 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

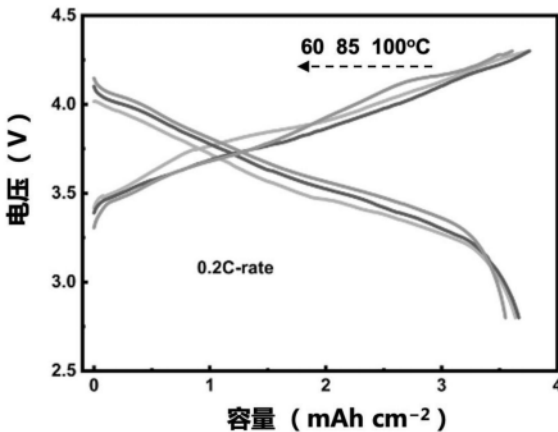
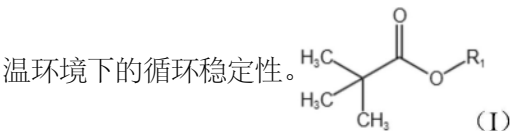
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

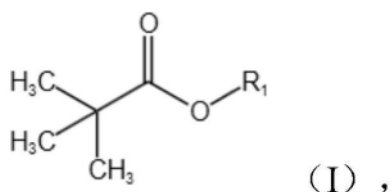
锂离子电池电解液及二次电池

(57) 摘要

本申请提供一种锂离子电池电解液及二次电池,电解液包括溶剂,溶剂包括惰性羧酸酯,惰性羧酸酯具有如式I所示的化学式:式I中, $R_1$ 选自C1-C10烷基、C1-C10卤代烷基、C6-C30芳基、C6-C30卤代芳基中的一种。本申请提供的电解液应用到二次电池中可以改善二次电池的在高/低温环境下的循环稳定性。



1. 一种锂离子电池电解液,其特征在于,所述电解液包括溶剂,所述溶剂包括惰性羧酸酯,所述惰性羧酸酯具有如式I所示的化学式:



式I中, $R_1$ 选自C1-C10烷基、C1-C10卤代烷基、C6-C30芳基、C6-C30卤代芳基中的一种。

2. 根据权利要求1所述的锂离子电池电解液,其特征在于,所述惰性羧酸酯的沸点大于等于100°C,所述惰性羧酸酯的熔点小于等于-40°C。

3. 根据权利要求2所述的锂离子电池电解液,其特征在于,所述惰性羧酸酯的沸点为100°C至150°C;和/或

所述惰性羧酸酯的熔点为-70°C至-40°C。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的锂离子电池电解液,其特征在于,基于所述溶剂的总体积,所述惰性羧酸酯的体积含量为10%至95%。

5. 根据权利要求4所述的锂离子电池电解液,其特征在于,基于所述溶剂的总体积,所述惰性羧酸酯的体积含量为60%至90%。

6. 根据权利要求1所述的锂离子电池电解液,其特征在于,所述溶剂还包括碳酸酯,所述碳酸酯包括碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸乙烯酯、氟代碳酸乙烯酯、碳酸亚乙烯酯中的一种或多种;基于所述溶剂的总体积,碳酸酯的体积含量为5%至90%。

7. 根据权利要求6所述的锂离子电池电解液,其特征在于,所述溶剂还包括碳酸酯,基于所述溶剂的总体积,碳酸酯的体积含量为10%至40%。

8. 根据权利要求1所述的锂离子电池电解液,其特征在于,所述电解液还包括锂盐,所述锂盐包括六氟磷酸锂、二氟草酸硼酸锂、四氟硼酸锂、二草酸硼酸锂、双三氟甲基磺酰亚胺锂、双氟磺酰亚胺锂、硝酸锂中的一种或多种;所述锂盐在所述电解液中的浓度为0.5mol/L至8mol/L。

9. 根据权利要求8所述的锂离子电池电解液,其特征在于,所述锂盐与所述惰性羧酸酯的摩尔比为1:(1~8)。

10. 一种二次电池,其特征在于,包括权利要求1至9任一项所述的锂离子电池电解液。

## 锂离子电池电解液及二次电池

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术的领域,具体涉及一种锂离子电池电解液及二次电池。

### 背景技术

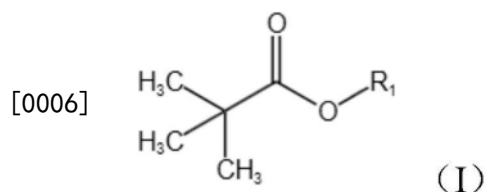
[0002] 随着电池的应用范围越来越广,人们对电池的性能需求也持续提高,例如对电池的快充性能和低温性能的要求也越来越高。

[0003] 目前商业化的锂电池的电解液中以有机碳酸酯溶剂体系为主,有机碳酸酯溶剂体系自身的离子传输性能差,难以满足电池的快充需求,因此,寻找一种新的电解液有机溶剂,以满足电池持续提高的快充性能需求,是当前亟待解决的问题。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术存在的问题,本申请实施例提供一种锂离子电池电解液,以期改善二次电池的快充性能。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供一种锂离子电池电解液,所述电解液包括溶剂,所述溶剂包括惰性羧酸酯,所述惰性羧酸酯具有如式I所示的化学式:



[0007] 式I中, $R_1$ 选自C1-C10烷基、C1-C10卤代烷基、C6-C30芳基、C6-C30卤代芳基中的一种。

[0008] 本申请实施例提供的惰性羧酸酯的结构中,羰基的邻位碳原子上不含氢原子,只含有三个甲基取代基,甲基取代了羰基的邻位碳原子上的活性氢,可以减少惰性羧酸酯与电解液中活性物质之间的副反应,由此可以提高羧酸酯溶剂的抗氧化/抗还原能力,可以改善电解液的稳定性和锂离子传输速率,进而提升电池的循环性能和快充性能。此外,由于惰性羧酸酯溶剂和电解液中的其他组分之间的副反应减少,副反应过程中产生的气体量也同步减少,由此可以降低电池充放电过程中产气导致的电池鼓胀,降低电池因产气过多导致的爆炸风险,进而提升电池的可靠性。

[0009] 在一些实施例中,所述惰性羧酸酯的沸点大于等于100℃,所述惰性羧酸酯的熔点小于等于-40℃。

[0010] 在一些实施例中,所述惰性羧酸酯的沸点为100℃至150℃。

[0011] 在一些实施例中,所述惰性羧酸酯的熔点为-70℃至-40℃。

[0012] 在一些实施例中,基于所述溶剂的总体积,所述惰性羧酸酯的体积含量为10%至95%。

[0013] 在一些实施例中,基于所述溶剂的总体积,所述惰性羧酸酯的体积含量为60%至90%。

[0014] 在一些实施例中,所述溶剂还包括碳酸酯,所述碳酸酯包括碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸乙烯酯、氟代碳酸乙烯酯、碳酸亚乙烯酯中的一种或多种;基于所述溶剂的总体积,碳酸酯的体积含量为5%至90%。

[0015] 在一些实施例中,所述溶剂还包括碳酸酯,基于所述溶剂的总体积,碳酸酯的体积含量为10%至40%。

[0016] 在一些实施例中,,所述电解液还包括锂盐,所述锂盐包括六氟磷酸锂、二氟草酸硼酸锂、四氟硼酸锂、二草酸硼酸锂、双三氟甲基磺酰亚胺锂、双氟磺酰亚胺锂、硝酸锂中的一种或多种;所述锂盐在所述电解液中的浓度为0.5mol/L至8mol/L。

[0017] 在一些实施例中,所述锂盐与所述惰性羧酸酯的摩尔比为1:(1~8)。

[0018] 在一些实施例中,,所述锂盐与所述惰性羧酸酯的摩尔比为1:(1.5~3)。

[0019] 第二方面,本申请实施例提供一种二次电池,包括本申请第一方面实施例的锂离子电池电解液。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单的介绍,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1是本申请实施例1中的二次电池在2.8V-4.3V,60°C、85°C、100°C条件下,0.2C充放电曲线对比图;

[0022] 图2是本申请实施例1、对比例1及对比例2中二次电池在2.8V-4.3V,60°C温度条件下循环性能图;

[0023] 图3是本申请实施例1中二次电池在2.8V-4.3V,-20°C温度条件下,0.1C放电曲线图;

[0024] 图4是本申请对比例1二次电池在2.8V-4.3V,-20°C温度条件下,0.1C放电曲线图;

[0025] 图5是本申请实施例1二次电池在2.8V-4.3V,-30°C温度条件下,0.05C放电曲线图;

[0026] 图6是本申请实施例1和对比例1二次电池在2.8V-4.3V,45°C温度条件下,进行15分钟的4.0C充电,1.0C的放电的快充循环;并且在每50次快充循环后进行0.1C充电/放电的电池容量标定,检测电池实际剩余容量得到的曲线图。

## 具体实施方式

[0027] 以下,适当地参照附图详细说明具体公开了本申请的二次电池、电池及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。

[0028] 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、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、12等。

[0029] 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。

[0030] 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。

[0031] 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(a)、(c)和(b),也可以包括步骤(c)、(a)和(b)等。

[0032] 如果没有特别的说明,在本申请中,术语“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0033] 如果没有特别的说明,在本申请中,术语“活性离子”是指能在二次电池正负极之间往返嵌入和脱出的离子,包括但不限于锂离子、钠离子等。

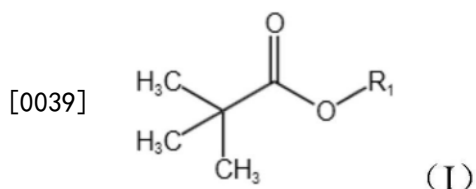
[0034] 本申请中出现的“多个”指的是两个以上,包括两个。本申请中出现的“多种”指的是两种以上,包括两种。

[0035] 如背景技术所述,碳酸酯溶剂体系由于其离子传导性较差,熔点高,对快锂离子电池的快充性能有一定的限制。而羧酸酯溶剂其成本相对较低,化学性质稳定,并且粘度较小,介电常数较高,具有良好的离子传导能力,有利于提高电池的快充性能。但是目前常用羧酸酯溶剂如乙酸甲酯、乙酸乙酯等也存在一定的缺陷,首先是这些羧酸酯结构式中羰基邻位碳原子上都具有活性氢原子,这些活性氢原子具有很强的反应性,会在还原性物质(如Na、醇钠、K、Li、 $\text{LiC}_6$ 等)的作用下发生缩合反应,导致电池循环性能和荷电性能下降,同时反应过程中会产生大量的气体(主要是氢气),剧烈产气时存在引起电池鼓胀甚至爆炸的风险。其次,目前常用的断链羧酸酯的沸点较低,当电池处于高温环境时,电池内部的部分溶剂容易变成气体,这也会导致电池鼓胀,电池鼓胀会增加内部正负极之间的距离,导致离子传输路径变远,电池性能下降。

[0036] 基于上述问题,本申请实施例提供一种电解液,通过采用一种新的羧酸酯溶剂,可以减少溶剂与电解液中还原性物质的反应,提升电池的循环性能和可靠性。

[0037] 电解液

[0038] 本申请第一方面的实施例提供一种电解液,电解液包括惰性羧酸酯,惰性羧酸酯具有如式I所示的化学式:



[0040] 式I中,  $R_1$ 选自C1-C10烷基、C1-C10卤代烷基、C6-C30芳基、C6-C30卤代芳基中的一种。

[0041] 本申请实施例提供的惰性羧酸酯的结构中, 羰基的邻位碳原子上不含氢原子, 只含有三个甲基取代基, 甲基取代了羰基的邻位碳原子上的活性氢, 可以减少惰性羧酸酯与电解液中活性物质之间的副反应, 由此可以提高羧酸酯溶剂的抗氧化/抗还原能力, 可以改善电解液的稳定性和锂离子传输速率, 进而提升电池的循环性能和快充性能。此外, 由于惰性羧酸酯溶剂和电解液中的其他组分之间的副反应减少, 副反应过程中产生的气体量也同步减少, 由此可以降低电池充放电过程中产气导致的电池鼓胀, 降低电池因产气过多导致的爆炸风险, 进而提升电池的可靠性。

[0042] 惰性羧酸酯的沸点可以大于等于100℃, 惰性羧酸酯的熔点可以小于等于-40℃。

[0043] 本申请实施例提供的惰性羧酸酯具有较高的沸点和较低的熔点, 其沸点大于等于100℃, 熔点低于-40℃, 由此, 惰性羧酸酯具有较宽的活性温度区间, 在较宽温域范围内可以正常使用, 由此可以使二次电池具有较好的低温性能, 满足锂离子电池对较宽温度工况的使用需求。

[0044] 在一些实施例中,  $R_1$ 可以包括C1-C7烷基、C1-C7卤代烷基、C6-C18芳基、C6-C18卤代芳基中的一种。

[0045] 可选地, 卤素原子包括氟、氯、溴、碘中一种或多种。

[0046] 在一些实施例中, C1-C7烷基为含有1至7个碳原子的烷基, 可选地包括甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、新戊基、正己基、2-甲基戊基、3-甲基戊基、2,3-二甲基戊基、

[0047] 2,2-二甲基戊基、正庚基、2-甲基己基、3-甲基己基、3,3-二甲基戊基、2,3-二甲基戊基、2,4-二甲基戊基、3-乙基戊基、2,2,3-三甲基丁基中。

[0048] C1-C7氟代烷基为C1-C7烷基中的至少一个氢被氟取代, 可选地包括一氟甲基、二氟甲基、三氟甲基、1-一氟乙基、1,1-二氟乙基、1,1,1-三氟乙基、全氟乙基、全氟丙基、全氟丁基、2,2,3,3,4,4,5,5,5-九氟戊基。

[0049] C6-C18芳基为含有至少一个苯环的碳原子数为6-18的芳基, 可选地包括苯基、苯甲基、邻甲苯基、2,3-二甲苯基、乙基苯基、二苯基乙基、联苯基、2-萘基。

[0050] C6-C18氟代芳基为C6-C18芳基中的至少一个氢被氟取代, 可选地包括一氟苯、二氟苯、三氟苯、四氟苯、五氟苯。

[0051] 在一些实施例中,  $R_1$ 可以选自甲基或乙基。当 $R_1$ 为甲基时, 具有式I所示的惰性羧酸酯为三甲基乙酸甲酯; 当 $R_1$ 为乙基时, 具有式I所示的惰性羧酸酯为三甲基乙酸乙酯。

[0052] 在一些实施例中, 惰性羧酸酯的沸点可以为100℃至150℃。

[0053] 在一些实施例中, 惰性羧酸酯的熔点可以为-70℃至-40℃。

[0054] 惰性羧酸酯的沸点和熔点限定在上述范围内, 其具有较高的沸点和较低的熔点, 使得电池在在-70℃到150℃的超宽温域范围内可以稳定工作, 满足电池较宽温度工况的使

用需求。

[0055] 限定惰性羧酸酯的沸点和熔点在上述范围内,电池具有良好的工作温度范围,同时,熔点和沸点在此范围内的惰性羧酸酯具有较好的粘度表现和较高的离子电导率,可以提升二次电池的循环性能。

[0056] 在一些实施例中,基于电解液的总重量,惰性羧酸酯的重量含量为10%至95%,可选为60%至90%。

[0057] 惰性羧酸酯溶剂可以改善电解液的化学稳定性和离子传导性能,将其含量限定在上述范围内,可以使电解液具有良好的电化学性能,改善电池的快充性能和循环稳定性。

[0058] 在一些实施例中,电解液还包括碳酸酯;可选地,碳酸酯可以包括碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二乙酯(DEC)、碳酸甲乙酯(EMC)、碳酸乙烯酯(EC)、氟代碳酸乙烯酯(FEC)、碳酸亚乙烯酯(VC)中的一种或多种。

[0059] 电解液的溶剂在惰性羧酸酯的基础上加入一定量的碳酸酯,碳酸酯溶剂可以在一定程度上降低电解液的粘度,改善电池中电极组件的电解液浸润性,同时可以提升电解液的导电性,使电池具有较好的循环稳定性。

[0060] 在一些实施例中,基于电解液的总重量,碳酸酯的重量含量为5%至90%,可选为10%至40%。

[0061] 限定碳酸酯的重量含量在上述范围内,可以使电解液具有改善的粘度和浸润性的同时,电解液具有较高的离子电导率和较低的产气量,使电池具有良好循环性能的同时可以减少鼓胀等问题的产生。

[0062] 在一些实施例中,电解液还包括锂盐,锂盐包括六氟磷酸锂、二氟草酸硼酸锂、四氟硼酸锂、二草酸硼酸锂、双三氟甲基磺酰亚胺锂、双氟磺酰亚胺锂、硝酸锂中的一种或多种。

[0063] 在一些实施例中,在电解液中锂盐的浓度为0.5mol/L-8mol/L,可选为1mol/L-6mol/L。

[0064] 在一些实施例中,锂盐与惰性羧酸酯的摩尔比为1:(1-8),可选为1:(1.5-3)。

[0065] 通过限定电解液中的锂盐的浓度在上述范围内,可以使电解液具有高离子电导率,同时可以在负极活性材料表面形成良好的SEI膜,减少负极活性材料与电解液之间的副反应,由此提升二次电池的循环性能。

[0066] 在一些实施例中,电解液还包括添加剂,添加剂可以包括但不限于抑制产气的添加剂、防过充的添加剂、低温的添加剂、阻燃的添加剂中的一种或多种。示例性地,添加剂可以包括硫酸乙烯酯(DTD)、1,3-丙烷磺酸内酯(1,3-PS)中的一种或两种。

[0067] 上述添加剂可以改善电解液的低温特性,减少电池充放电过程中电解液的产气,提升电池的循环稳定性。

[0068] 在一些实施例中,基于电解液的总重量,添加剂的重量含量可以为0.1%-10%,可选为0.5%-5%。

[0069] 二次电池

[0070] 本申请第二方面的实施例提供一种二次电池,包括本申请第一方面实施例的锂离子电池电解液。

[0071] 二次电池还包括壳体和电极组件,壳体具有容纳电极组件和电解液的容纳腔。二

次电池可以呈圆柱状、长方体或其它形状,本申请实施例对此不做限制。壳体可以为塑壳、铝壳或其它材质,本申请实施例对此不做限制。

[0072] 在一些实施例中,电极组件包括正极极片、负极极片以及位于正极极片和负极极片之间的隔离膜。

[0073] 在一些实施例中,正极极片包括正极集流体和位于正极集流体至少一侧的正极膜层,正极膜层包括正极活性材料。

[0074] 在一些实施例中,正极活性材料包括可以脱出和嵌入锂的材料。示例性地,正极活性材料可以包括锂过渡金属氧化物、含锂磷酸盐、以及其各自的改性化合物中的一种或多种。锂过渡金属氧化物的示例可以包锂钴氧化物、锂镍氧化物、锂锰氧化物、锂镍钴氧化物、锂锰钴氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物、锂镍钴铝氧化物、锂钛氧化物、及其各自的改性化合物中的一种或多种。含锂磷酸盐的示例可以包括但不限于磷酸铁锂、磷酸铁锂与碳的复合材料、磷酸锰锂、磷酸锰锂与碳的复合材料、磷酸锰铁锂、磷酸锰铁锂与碳的复合材料、及其各自的改性化合物中的一种或多种。

[0075] 在一些实施例中,正极膜层还可以包括粘结剂。示例性地,粘结剂包括聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚四氟乙烯(PTFE)、偏二氟乙烯-四氟乙烯-丙烯三元共聚物、偏二氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三元共聚物、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物、聚环氧乙烷、含氟丙烯酸酯类树脂、丁苯橡胶(SBR)、水溶性不饱和树脂SR-1B、水性丙烯酸类树脂(例如,聚丙烯酸PAA、聚甲基丙烯酸PMAA、聚丙烯酸钠PAAS)、聚丙烯酰胺(PAM)、聚乙烯醇(PVA)、海藻酸钠(SA)、羧甲基壳聚糖(CMCS)中的一种或多种。

[0076] 在一些实施例中,正极膜层还包括导电剂。示例性地,导电剂可以包括超导碳、导电石墨、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯、碳纳米纤维中的一种或多种。

[0077] 在一些实施例中,正极集流体可以采用金属箔片或复合集流体。示例性地,金属箔片可以包括铝箔或铜箔。

[0078] 在一些实施例中,负极极片包括负极集流体以及位于负极集流体至少一层的负极膜层,负极膜层包括负极活性材料。

[0079] 在一些实施例中,负极活性材料可以包括天然石墨、人造石墨、硬碳、软碳中的一种或多种。

[0080] 在一些实施例中,负极集流体可以采用金属箔材、涂炭金属箔材或多孔金属板等材料,可选采用铜箔。

[0081] 在一些实施例中,负极膜层还可以包括导电剂和粘结剂。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一种或多种;粘结剂可以包括丁苯橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶、水性丙烯酸树脂、羧甲基纤维素、中的一种或多种。

[0082] 在一些实施例中,隔离膜的材质可包括玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的一种或多种。

[0083] 实施例

[0084] 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。

[0085] 实施例1

[0086] 制备电解液

[0087] 按9:1的体积比取惰性羧酸酯三甲基乙酸乙酯( $R_1$ 为乙基)和氟代碳酸乙烯酯(FEC)混合得到溶剂,然后加入锂盐双氟磺酰亚胺锂(LiFSI)混合均匀,调控锂盐的浓度为1.5mol/L,最后加入添加剂1,3-丙烷磺酸内酯,添加剂相对于电解液的重量占比为1%,混合均匀得到电解液。

[0088] 实施例2-8

[0089] 电解液的制备方法与实施例1相同,区别在于电解液的组成配比,详见表1。

[0090] 表1

| 项目    | 溶剂  |       |     |       | 添加剂    |       | 锂盐    |           |
|-------|-----|-------|-----|-------|--------|-------|-------|-----------|
|       | 羧酸酯 |       | 碳酸酯 |       | 类型     | 含量(%) | 类型    | 浓度(mol/L) |
|       | R1  | 含量(%) | 类型  | 含量(%) |        |       |       |           |
| 实施例 1 | 乙基  | 90    | FEC | 10    | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 1.5       |
| 实施例 2 | 甲基  | 90    | FEC | 10    | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 1.5       |
| 实施例 3 | 苯乙基 | 90    | FEC | 10    | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 1.5       |
| 实施例 4 | 乙基  | 95    | FEC | 5     | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 1.5       |
| 实施例 5 | 乙基  | 60    | FEC | 40    | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 1.5       |
| 实施例 6 | 乙基  | 90    | FEC | 10    | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 2         |
| 实施例 7 | 乙基  | 90    | FEC | 10    | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 0.5       |
| 实施例 8 | 乙基  | 90    | FEC | 10    | 1,3-PS | 1     | LiFSI | 6         |

[0092] 对比例1

[0093] 与实施例1的区别在于:溶剂选用体积比为3:7的碳酸乙烯酯(EC)和碳酸二甲酯(DMC),其余条件和参数同实施例1。

[0094] 对比例2

[0095] 与实施例1的区别在于,溶剂选用体积比为9:1的乙酸乙酯(EA)和氟代碳酸乙烯酯(FEC),其余条件和参数同实施例1。

[0096] 对比例3

[0097] 与实施例1的区别在于,溶剂选用体积比为9:1的二氟乙酸乙酯和氟代碳酸乙烯酯(FEC),其余条件和参数同实施例1。

[0098] 测试部分

[0099] 将实施例和对比例中的电解液应用于扣式电池中,扣式电池的正极为三元正极NCM811(Ni:Co:Mn=8:1:1),正极面容量为4.0mAh/cm<sup>2</sup>;负极为石墨,负极面容量为4.4mAh/cm<sup>2</sup>。

[0100] 将扣式电池在4.3V~2.8V的电压测试区间和0.2C倍率下进行充放电测试,分别检测电池在-20℃、45℃和60℃循环50次的容量保持率。测试结果详见表2。

[0101] 表2

|      | -20℃容量保持率 | 45℃容量保持率 | 60℃容量保持率 |
|------|-----------|----------|----------|
| 实施例1 | 98%       | 97%      | 93%      |
| 实施例2 | 96%       | 83%      | 70%      |
| 实施例3 | 81%       | 86%      | 80%      |

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 实施例4 | 60 % | 92 % | 90 % |
| 实施例5 | 83 % | 81 % | 87 % |
| 实施例6 | 94 % | 98 % | 91 % |
| 实施例7 | 84 % | 79 % | 70 % |
| 实施例8 | 65 % | 70 % | 43 % |
| 对比例1 | 0    | 67 % | 12 % |
| 对比例2 | 81 % | 0    | 0    |
| 对比例3 | 78 % | 0    | 0    |

[0103] 结合表1中的数据可知,本申请实施例中使用的惰性羧酸酯可以明显提升二次电池的循环性能,在-20℃至60℃温度范围内均具有良好的性能表现,这说明惰性羧酸酯的加入可以有效改善二次电池高/低温环境下的循环稳定性。

[0104] 同时结合图1至图6,通过图1至图5的结果可以看出,碳酸酯基电解液(对比例1)和活性羧酸酯基电解液(对比例2)在高温低温下电池性能衰退明显,与上述两种电解液相比,惰性羧酸酯电解液(实施例1)具有更宽的温度工作范围和优异的快充性能。这可能是因为本申请中的惰性羧酸酯因特殊的结构,具有独特的锂离子溶剂化结构和抗氧化/还原反应的能力,因此可以在宽温域和快充等苛刻条件下明显提升电池的性能。

[0105] 通过图6可以看出,惰性羧酸酯基电解液(实施例1)在45℃时具有极其优异的快充性能和容量保持率,在1000次4.0C快充循环后,电池在15分钟仍可以充入75% SOC以上,而且0.1C的慢充容量标定显示电池容量并未发生衰退,而是仍能表现出接近96%的电池初始容量,证明惰性羧酸酯基电解液作为锂离子电池电解液具有极大的实用化前途。

[0106] 虽然已经参考优选实施例对本申请进行了描述,但在不脱离本申请的范围的情况下,可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。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。

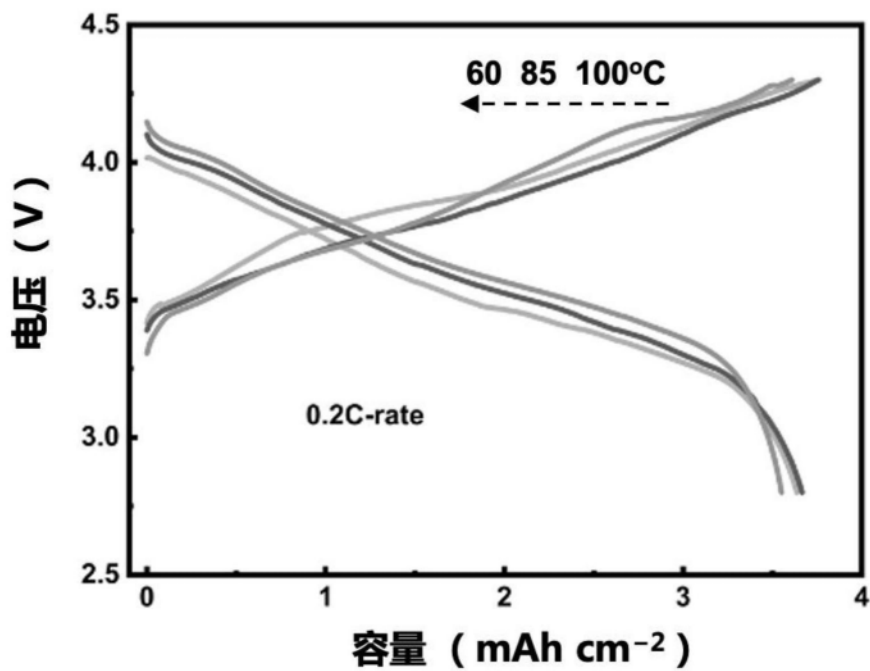


图1

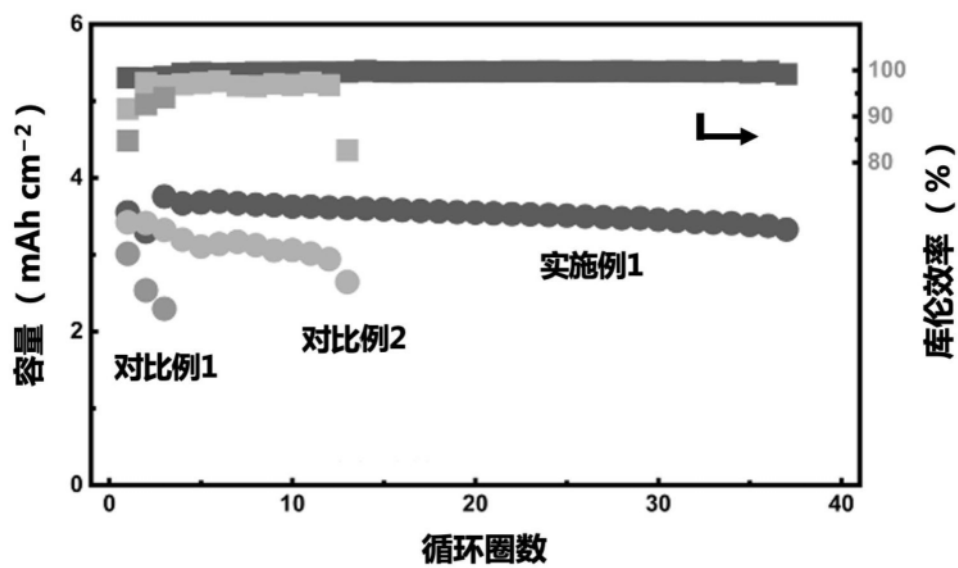


图2

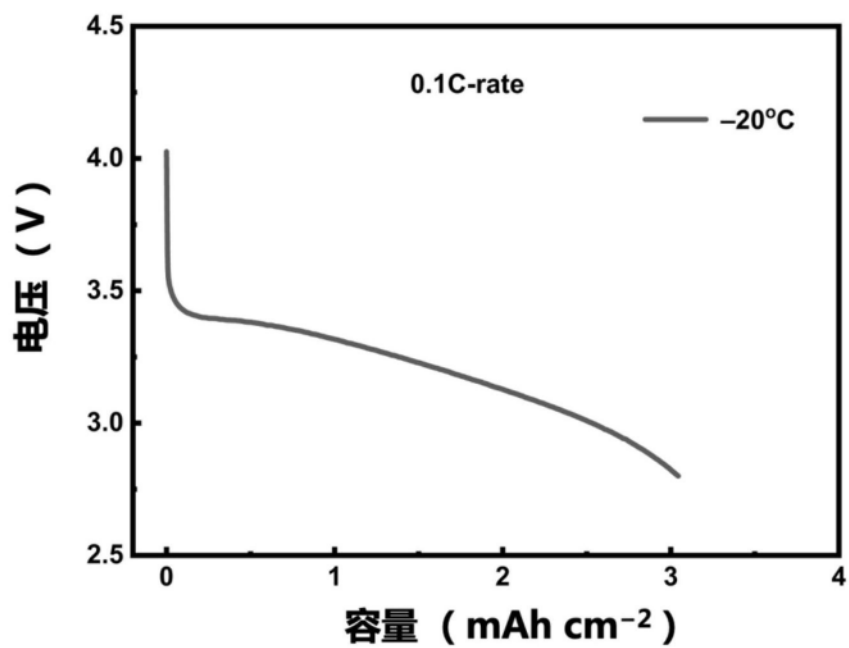


图3

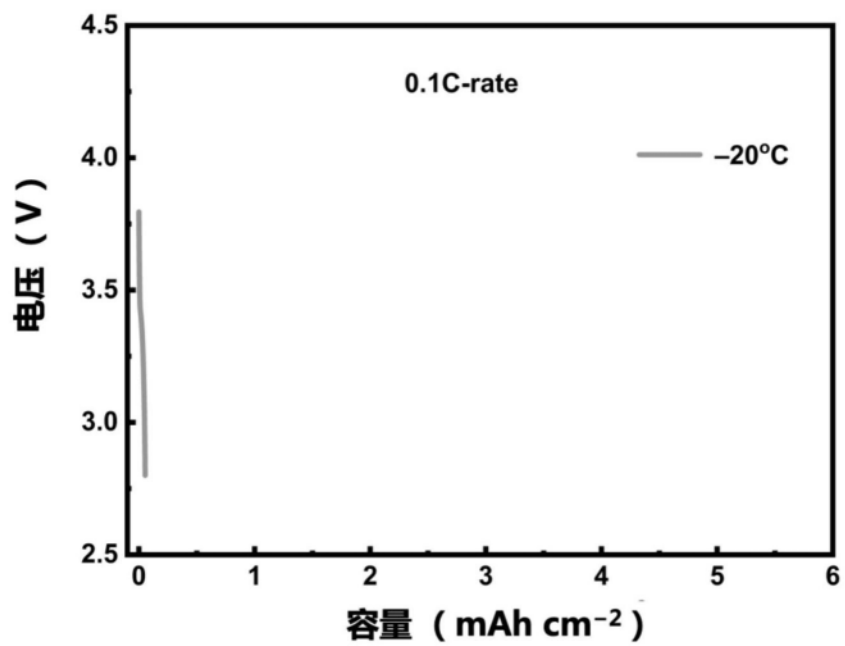


图4

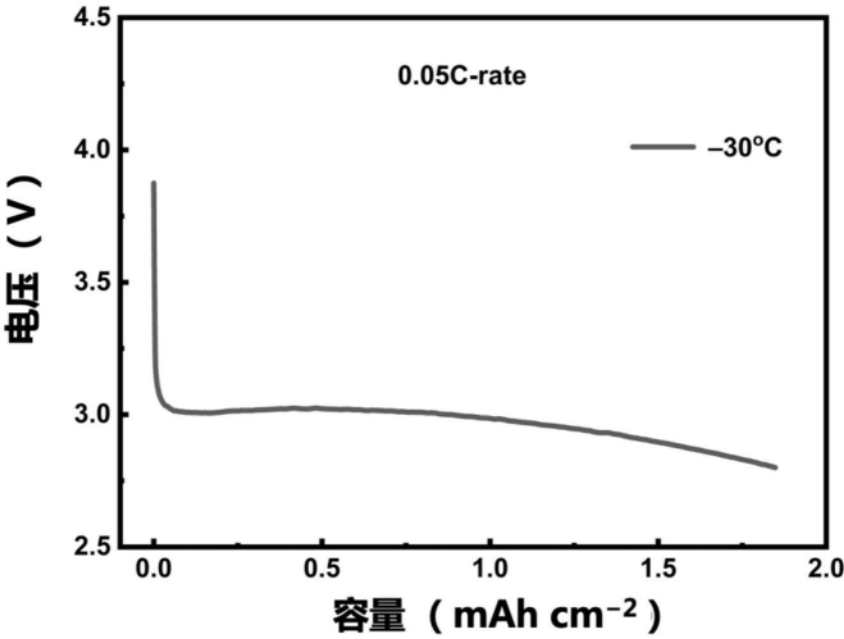


图5

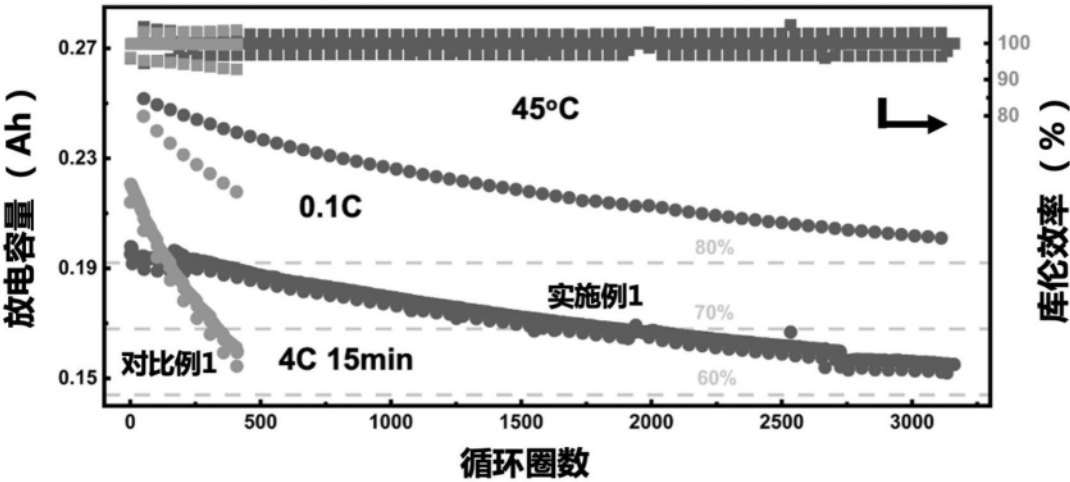


图6