



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113517470 A

(43) 申请公布日 2021.10.19

(21) 申请号 202110519885.6

(22) 申请日 2021.05.13

(71) 申请人 杉杉新材料(衢州)有限公司

地址 324012 浙江省衢州市柯城区华荫北路62号

(72) 发明人 潘立宁 程虎 钟子坊 黄慧聪
朱学全

(74) 专利代理机构 宁波奥圣专利代理有限公司
33226

代理人 程晓明

(51) Int. Cl.

H01M 10/0567 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 10/42 (2006.01)

权利要求书1页 说明书8页

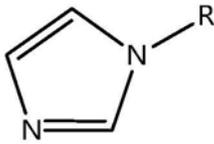
(54) 发明名称

一种高镍高电压三元锂离子电池非水电解液及锂离子电池

(57) 摘要

本发明公开了一种高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,包括非水性有机溶剂、电解质锂盐和添加剂,所述添加剂包括至少一种具有特定结构的咪唑类添加剂。本发明还公开了含有高镍高电压三元锂离子电池非水电解液的锂离子电池。本发明的具有特定结构的咪唑类添加剂既能在正极材料表面成膜,抑制正极材料颗粒在循环过程中颗粒内裂纹的产生,减少过渡金属元素在高温下的溶出;又可以在负极材料表面形成SEI膜,抑制溶剂在负极界面的还原反应,减少电解液在负极材料表面的氧化分解;同时还能降低界面阻抗,从而有效提升了三元高电压锂离子电池的循环性能、高温储存性能和低温性能。

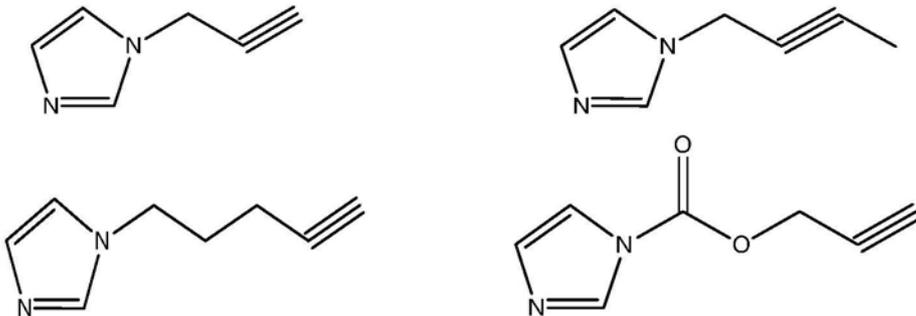
1. 一种高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,包括非水性有机溶剂、电解质锂盐和添加剂,其特征在于,所述添加剂包括至少一种具有式(I)结构的咪唑类添加剂:



(I)

其中,R选自取代或未取代的烷基、氟代烷基、苯基、环己基、烯基、炔基或羰基中的任意一种。

2. 根据权利要求1所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,其特征在于,所述咪唑类添加剂选自具有以下结构的化合物中的至少一种:



3. 根据权利要求1所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,其特征在于,所述咪唑类添加剂在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为0.5%~3.0%。

4. 根据权利要求1所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,其特征在于,还包括常规添加剂,所述常规添加剂选自碳酸亚乙烯酯、1,3-丙烷磺酸内酯、氟代碳酸乙烯酯、1,3-丙烯磺酸内酯、硫酸乙烯酯、硫酸丙烯酯、硫酸丁烯酯、碳酸乙烯亚乙酯、甲烷二磺酸亚甲酯、三(三甲基硅基)硼酸酯、三(三甲基硅基)磷酸酯、柠檬酸酐、1-丙基磷酸酐、三丙烯基磷酸酯和三炔丙基磷酸酯中的一种或多种。

5. 根据权利要求1所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,其特征在于,所述常规添加剂在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为1.0%~10.0%。

6. 根据权利要求1所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,其特征在于,所述电解质锂盐为六氟磷酸锂、二氟磺酰亚胺锂和二氟磷酸锂的混合锂盐,所述混合锂盐中六氟磷酸锂、二氟磺酰亚胺锂和二氟磷酸锂的质量比为23~27:2~4:1。

7. 根据权利要求1所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,其特征在于,所述电解质锂盐在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为12.5%~17.0%。

8. 根据权利要求1所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,其特征在于,所述非水性有机溶剂为碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸二乙酯和碳酸甲乙酯的混合溶剂,所述混合溶剂中碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯的质量比为25:10:45:20。

9. 一种高镍高电压三元锂离子电池,其特征在于,所述高镍高电压三元锂离子电池包括正极片、隔离膜、负极片和权利要求1-8任一项所述的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液。

一种高镍高电压三元锂离子电池非水电解液及锂离子电池

技术领域

[0001] 本发明涉及锂离子电池技术领域,具体涉及一种高镍高电压三元锂离子电池非水电解液及锂离子电池。

背景技术

[0002] 锂离子电池由于具有高工作电压、高能量密度、长寿命、宽工作温度范围和环境友好等优点,被广泛应用于3C数码产品、电动工具、电动汽车、航空航天等领域。在3C数码领域,近几年来移动电子设备特别是智能手机向着更轻、更薄的方向飞速发展,对锂离子电池的能量密度提出了更高的要求。

[0003] 与商用钴酸锂材料相比,三元材料具有更高的理论和实际克容量,在总的应用领域中,三元材料越来越受到欢迎。为了提高锂离子电池的能量密度,常用的措施是提高正极材料的充电截止电压,如商业化的三元材料电池电压从4.2V→4.35V→4.4V→4.6V。但正极材料在高电压下会存在一定的缺陷,如高电压正极活性材料在缺锂状态时具有很强的氧化性,使得电解液很容易被氧化分解,产生大量的气体,导致电池容量严重损失;此外,高电压正极活性材料在缺锂状态时自身也很不稳定,易发生一些副反应,如释放氧或过渡金属离子溶出等,导致过渡金属离子随着反应的进行脱离晶体进入电解液中催化电解液的分解和损坏活性材料的钝化膜,同时过渡金属锂离子也会占据负极材料表面钝化膜的锂离子迁移通道,阻碍锂离子的迁移,从而造成电池在充放电过程中极化增大。负极上过多的过渡金属离子,也会参与负极钝化膜的形成,会造成钝化膜阻抗增大,从而影响电池的使用寿命,而当锂离子电池在高温高压状态下使用时,这种负面影响会更明显。

[0004] 目前,解决上述问题的主要方法是开发新的成膜添加剂,新添加剂需要在正负极材料界面氧化还原形成钝化膜,且形成的钝化膜必须致密良好,富有弹性,能够随着正负极材料在充放电过程中的膨胀收缩而膨胀收缩而不是裂化,从而抑制电解液在正负极界面氧化还原分解,从而提高高镍高电压锂离子电池的电化学性能。

[0005] 如CN101345325A公开了一种促进石墨负极成膜的锂离子电池电解液及其制备的锂离子电池。所述的锂离子电池电解液中含有特定结构式表示的添加剂,并且该添加剂在锂离子电池电解液中所占的重量比例为:0.02~65.6%。优选的添加剂为2-苯基-1-甲基-咪唑,2-亚乙烯基-1-乙基咪唑,2-氰基-1-甲基咪唑,2-乙炔基-1-苯基咪唑,1-甲基-2-三氟甲基-咪唑,2-磺酸基-1-乙基咪唑,1-甲基-2-苯基-3-氟基咪唑,2-溴基-1-乙基咪唑,1-乙基-2-三氟甲基磺酸基-咪唑,1-甲基-2-硝基咪唑,1-乙基-2-苯基-咪唑,1-乙基-2-苄基-咪唑,2-乙炔基咪唑,2-苯基咪唑,2-乙腈咪唑,2-三氟甲基咪唑,2-溴咪唑,2-乙基咪唑,2-氯咪唑,2-磺酸基咪唑,2-亚乙烯基咪唑。该发明能够有效促进石墨负极成膜,提高电解液的低温使用性能,提高充放电的循环效率。不足之处是所述添加剂对电解液中水分酸度的抑制作用较弱,且负极成膜功能较差。

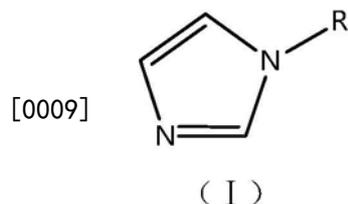
[0006] 又如CN102867989A公开了一种改善电池高温性能的非水电解液离子液体添加剂。可以有效改善锂离子电池在高温条件下的安全性能,防止电池因过热、过充而导致燃烧或

爆炸,提高电池在高温条件下的循环性能。所述的锂电池电解液离子液体添加剂是一系列一元、二元或三元取代的咪唑类离子液体,优选1-乙炔基-3-烯丙基咪唑、1-亚乙炔基-3-烯丙基咪唑、1-苯基-3-烯丙基咪唑、1-苄基-3-烯丙基咪唑、2-苯基-1-甲基咪唑、2-亚乙炔基-1-乙基咪唑、2-乙炔基-1-苯基咪唑、2-苯基咪唑、2-乙炔基咪唑、2-烯丙基咪唑、2-亚乙炔基咪唑。该发明既有效保证了电池在高温状态下的安全性能,同时又对电池性能影响很小,可以很好满足广大消费者对电池高温安全性能的需求。不足之处是当选用官能团中含有炔基或者烯基的添加剂时,添加量较高时,该类添加剂在负极界面所形成的钝化膜阻抗非常大,会造成电池循环跳水或低温充电析锂等现象;含量较低时对电池的性能提高又不明显。

发明内容

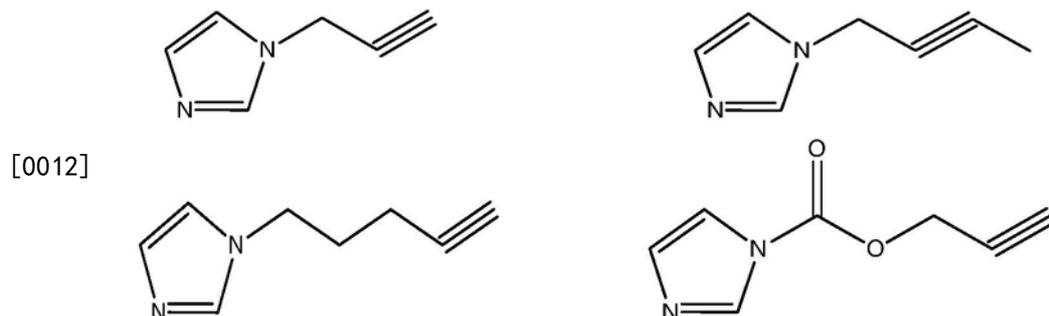
[0007] 针对现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种高镍高电压三元锂离子电池非水电解液及锂离子电池,该高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的添加剂具有良好的成膜性能,可有效解决高镍高电压三元锂离子电池的循环性能、倍率性能和高温性能。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:一种高镍高电压三元锂离子电池非水电解液,包括非水性有机溶剂、电解质锂盐和添加剂,所述添加剂包括至少一种具有式(I)结构的咪唑类添加剂:



[0010] 其中,R选自取代或未取代的烷基、氟代烷基、苯基、环己基、烯基、炔基或羰基中的任意一种。

[0011] 优选的,所述咪唑类添加剂选自具有以下结构的化合物中的至少一种:



[0013] 优选的,所述咪唑类添加剂在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为0.5%~3.0%。

[0014] 优选的,所述高镍高电压三元锂离子电池非水电解液还包括常规添加剂,所述常规添加剂优选碳酸亚乙烯酯(VC)、1,3-丙烷磺酸内酯(PS)、氟代碳酸乙烯酯(FEC)、1,3-丙烯磺酸内酯(PST)、硫酸乙烯酯(DTD)、硫酸丙烯酯、硫酸丁烯酯、碳酸乙烯亚乙酯(VEC)、甲烷二磺酸亚甲酯(MMDS)、三(三甲基硅基)硼酸酯(TMSB)、三(三甲基硅基)磷酸酯(TMSP)、柠檬酸酐、1-丙基磷酸酐、三丙烯基磷酸酯(TAP)和三炔丙基磷酸酯(TPP)中的一种或多种。优

选的,所述常规添加剂在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为1.0%~10.0%。

[0015] 更优选地,所述常规添加剂选自碳酸亚乙烯酯(VC)、硫酸乙烯酯(DTD)、三(三甲基硅基)磷酸酯(TMSP)、三丙烯基磷酸酯(TAP)的混合物,所述碳酸亚乙烯酯(VC)、三丙烯基磷酸酯(TAP)在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量分别为0.01%~0.5%,所述三(三甲基硅基)磷酸酯(TMSP)在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为0.5%~1.0%,所述硫酸乙烯酯(DTD)在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为1.0%~3.0%。

[0016] 优选的,所述电解质锂盐为六氟磷酸锂、二氟磺酰亚胺锂和二氟磷酸锂的混合锂盐,所述混合锂盐中六氟磷酸锂、二氟磺酰亚胺锂和二氟磷酸锂的质量比为23~27:2~4:1。

[0017] 优选的,所述电解质锂盐在高镍高电压三元锂离子电池非水电解液中的质量百分含量为12.5%~17.0%。

[0018] 优选的,所述非水性有机溶剂为碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯酯(PC)、碳酸二乙酯(DEC)和碳酸甲乙酯(EMC)的混合溶剂,所述混合溶剂中碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯的质量比为25:10:45:20。

[0019] 本发明还公开了一种高镍高电压三元锂离子电池,所述高镍高电压三元锂离子电池包括正极片、隔离膜、负极片和本发明的高镍高电压三元锂离子电池非水电解液。

[0020] 优选的,所述正极片的正极活性物质为 $\text{LiNi}_{1-x-y-z}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 或 $\text{LiA}_m\text{B}_n\text{PO}_4$,其中: $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$,且 $0 \leq x+y+z \leq 1$,A、B分别为Fe、Mn、Co或V, $0 \leq m \leq 1, 0 \leq n \leq 1$,所述负极片的负极活性物质为人造石墨、天然石墨、 SiO_w 与石墨复合而成的硅碳复合材料,其中 $1 < w < 2$ 。

[0021] 优选的,本发明中所述高镍高电压三元锂离子电池的充电截止电压大于或等于4.35V。

[0022] 本发明电解液中具有结构式(I)的咪唑类添加剂可在电极表面形成优良的界面保护膜,减少电极材料与电解液的反应活性并稳定电极材料的微观结构,提升高电压锂离子电池的循环性能和高温性能;同时,所形成的固体电解质膜阻抗低,有利于改善锂离子电池内部动力学特性。

[0023] 根据密度泛函数计算,具有结构式(I)的咪唑类化合物的LUMO能级小于溶剂EC/PC/DEC/EMC等,说明具有结构式(I)的咪唑类化合物能优先溶剂在负极石墨界面还原成膜,还原电位为1.5V vs Li^+/Li ;具有结构式(I)的咪唑类化合物的HOMO能级大于EC/PC/DEC/EMC,说明具有结构式(I)的咪唑类化合物能在正极材料界面氧化成膜,氧化电位为4.3~5.0V vs Li^+/Li 。

[0024] 当具有结构式(I)的咪唑类添加剂在正极材料界面氧化成膜时,形成一层均匀致密的保护膜,减少了正极 Li^+ 嵌入不均匀的现象,同时抑制了HF对NCM颗粒的腐蚀,避免了NCM颗粒在循环过程中颗粒内裂纹的产生,减少了过渡金属元素在高温下的溶出;当具有结构式(I)的咪唑类添加剂在负极材料界面还原成膜时,能够减少电解液在负极材料表面的氧化分解。

[0025] 与现有技术相比,本发明的优点为:

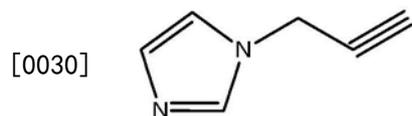
[0026] 本发明具有结构式(I)的咪唑类化合物既能在正极材料表面成膜,形成一层均匀致密的保护膜,减少了正极 Li^+ 嵌入不均匀的现象,同时抑制了HF对NCM颗粒的腐蚀,避免了NCM颗粒在循环过程中颗粒内裂纹的产生,抑制正极材料颗粒在循环过程中颗粒内裂纹的产生,减少过渡金属元素在高温下的溶出;又可以在负极材料表面形成SEI膜,抑制溶剂在负极界面的还原反应,减少电解液在负极材料表面的氧化分解;同时还能降低界面阻抗,从而有效提升了三元高电压锂离子电池的循环性能、高温储存性能和低温性能。

具体实施方式

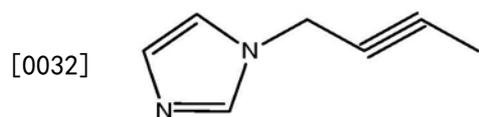
[0027] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。应当理解,以下描述仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0028] 实施例和对比例中的咪唑类添加剂的结构式表征如下:

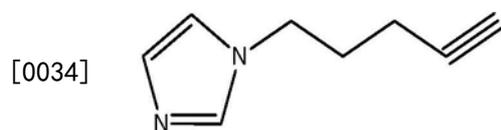
[0029] 化合物(1)结构式为:



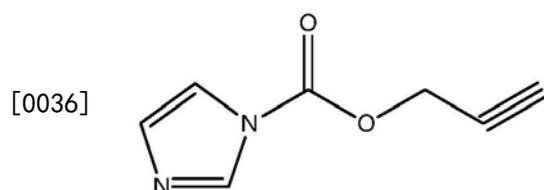
[0031] 化合物(2)结构式为:



[0033] 化合物(3)结构式为:



[0035] 化合物(4)结构式为:



[0037] 实施例1

[0038] 电解液的制备:在充满氩气的手套箱中,将碳酸乙烯酯(EC)、碳酸丙烯酯(PC)、碳酸二乙酯(DEC)和碳酸甲乙酯(EMC)按质量比为EC:PC:DEC:EMC=25:10:20:45进行混合,得到混合溶液,然后向混合溶液中缓慢加入基于电解液总质量13.5%的六氟磷酸锂(LiPF_6)、基于电解液总质量2.0%的二氟磺酰亚胺锂(LiFSI)和基于电解液总质量0.5%的二氟磷酸锂(LiPO_2F_2),最后加入基于电解液总质量0.5%的化合物(4),搅拌均匀后得到实施例1的锂离子电池电解液。

[0039] 实施例2~7

[0040] 实施例2~7也是电解液制备的具体实施例,除表1参数外,其它参数及制备方法同

实施例1。电解液配方见表1。

[0041] 对比例1~4

[0042] 对比例1~4中,除表1参数外,其它参数及制备方法同实施例1。电解液配方见表1。

[0043] 表1实施例与对比例的电解液各成分组成配比

[0044]

组别	锂盐	非水有机溶剂	咪唑类添加剂	其他添加剂
实施例 1	LiPF ₆ :13.5% LiFSI:2.0% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(4):0.5%	/
实施例 2	LiPF ₆ :12.5% LiFSI:1.5% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(3):1.0%	/
实施例 3	LiPF ₆ :11.5% LiFSI:1.0% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(2):2%	/
实施例 4	LiPF ₆ :12.5% LiFSI:1.5% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(4):3%	/

实施例 5	LiPF ₆ :12.5% LiFSI:1.5% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(1):1%	0.1%VC,1%DTD, 1%TMSP,0.5%TAP
实施例 6	LiPF ₆ :12.5% LiFSI:1.5% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(1):2%	0.2%VC,2%DTD, 0.7%TMSP,0.3%TAP
实施例 7	LiPF ₆ :12.5% LiFSI:1.5% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(4):1.0%	0.3%VC,3%DTD, 0.5%TMSP,0.2%TAP
[0045] 对比例 1	LiPF ₆ :12.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	/	/
对比例 2	LiPF ₆ :12.5% LiFSI:1.5% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(4):0.1%	/
对比例 3	LiPF ₆ :12.5% LiFSI:1.5% LiPO ₂ F ₂ :0.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(4):5%	/
对比例 4	LiPF ₆ :12.5%	EC/PC/DEC/EMC =25/10/20/45	化合物(4):0.1%	0.3%VC,2%DTD, 0.5%TMSP,0.2%TAP

[0046] 注：锂盐的浓度为在电解液中的质量百分含量；

[0047] 咪唑类添加剂的含量为在电解液中的质量百分含量；

[0048] 其他添加剂中各组分的含量为在电解液中的质量百分含量；

[0049] 非水有机溶剂中各组分的比例为质量比。

[0050] 性能测试

[0051] 将正极活性物质LiNi_{0.6}Co_{0.2}Mn_{0.2}O₂、导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏二氟乙烯(PVDF)按质量比96:2:2在N-甲基吡咯烷酮溶剂体系中充分搅拌混合均匀后,涂覆于铝箔上烘干、冷压,得到正极片。

[0052] 将负极活性物质人造石墨、导电剂乙炔黑、粘结剂丁苯橡胶(SBR)、增稠剂羧甲基纤维素钠(CMC)按照质量比96:2:1:1在去离子水溶剂体系中充分搅拌混合均匀后,涂覆于铜箔上烘干、冷压,得到负极片。

[0053] 以聚乙烯(PE)为基膜并在基膜上涂覆纳米氧化铝涂层作为隔离膜。

[0054] 将正极片、隔离膜、负极片依次层叠后沿同一方向卷绕得到裸电芯,将裸电芯置于外包装中,分别注入各实施例和对比例制备的电解液并经过封装、45℃搁置、高温夹具化成、二次封装、分容等工序,得到高镍高电压三元锂离子电池,并按如下方法进行性能测试,测试结果如表2所示,其中:

[0055] (1) 高镍高电压三元锂离子电池常温循环性能测试:在25℃下,将分容后的电池按0.5C恒流恒压充至4.35V,截止电流0.02C,然后按0.5C恒流放电至3.0V,依此循环,充/放电500次循环后计算第500次循环容量保持率。计算公式如下:

[0056] 第500次循环容量保持率(%) = (第500次循环放电容量/首次循环放电容量) × 100%。

[0057] (2) 高镍高电压三元锂离子电池60℃恒温存储产气量与容量剩余率测试:首先将电池在常温下以0.5C循环充放电1次(4.35V~3.0V),记录电池存储前放电容量 C_0 ,然后将电池恒流恒压充电至4.35V满电态,使用排水法测试电池高温存储前的厚度 V_1 ,之后将电池放入60℃恒温箱中存储7天,存储完成后取出电池,冷却8h后测试存储后的电池体积 V_2 ,计算电池60℃恒温存储7天后电池产气量;待电池在室温下冷却24h后,再次将电池以0.5C进行恒流放电至3.0V,记录电池存储后放电容量 C_1 ,并计算电池60℃恒温存储7天后容量剩余率,计算公式如下:

[0058] 60℃恒温存储7天后容量剩余率 = $C_1/C_0 * 100\%$ 。

[0059] (3) 高镍高电压三元锂离子电池45℃循环性能测试:在45℃下,将分容后的电池按0.5C恒流恒压充至4.35V,截止电流0.02C,然后按0.5C恒流放电至3.0V,依此循环,充/放电300次循环后计算第300次循环容量保持率。计算公式如下:

[0060] 第300次循环容量保持率(%) = (第300次循环放电容量/首次循环放电容量) × 100%。

[0061] 表2各实施例和对比例的电池性能测试结果

组别	25℃/0.5C 循环 500 周容量保 持率	45℃/0.5C 循环 300 周容量保持 率	60℃恒温存储 7 天后容量剩余率
实施例 1	80.6%	76.6%	83.1%
实施例 2	82.2%	78.1%	85.4%
实施例 3	81.4%	75.6%	84.1%
实施例 4	81.2%	77.8%	86.2%
实施例 5	91.8%	93.0%	96.3%
实施例 6	91.1%	92.4%	95.9%
实施例 7	93.1%	95.4%	96.9%
对比例 1	25.8%	18.1%	55.9%
对比例 2	53.6%	38.7%	45.6%
对比例 3	55.6%	67.7%	48.9%
对比例 4	78.1%	74.7%	70.8%

[0062] 由表2中对比例1与实施例1~4电池性能测试结果比较可知:本发明中具有特定结

构的咪唑类添加剂可以明显提升电池的循环性能以及高温存储后的容量保持率,表明该添加剂能够在三元材料表面形成一层均匀致密的保护膜,抑制了HF对NCM颗粒的腐蚀,避免了NCM颗粒在循环过程中颗粒内裂纹的产生,减少了过渡金属元素在高温下的溶出。同时该类物质也能够在负极形成钝化膜,抑制溶剂的还原分解。

[0064] 由表2中对比例2~3与实施例1~4电池性能测试结果比较可知:本发明中具有特定结构的咪唑类添加剂的加入量为0.5%~3%,锂离子电池具有最佳的电化学性能。当加入量过少,该类物质在正负极材料界面形成的钝化膜不够稳定;当加入量太多,会造成钝化膜变厚,阻抗增加,导致高镍高电压三元锂离子电池电化学性能变差。

[0065] 由表2中实施例1~4和实施例5~7电池性能测试结果比较可知:本发明通过常规添加剂和具有特定结构的咪唑类添加剂协同作用,既能在正极材料表面成膜,抑制正极材料颗粒在循环过程中颗粒内裂纹的产生,减少过渡金属元素在高温下的溶出,又可以在负极材料表面形成SEI膜,抑制溶剂在负极界面的还原反应,同时还能降低界面阻抗,从而取得更好的效果,有效提升高电压锂离子电池的循环性能和高温储存性能。

[0066] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的实例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。