



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116014257 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 25

(21) 申请号 202310072402.1

H01M 4/139 (2010.01)

(22) 申请日 2023.01.16

H01M 4/13 (2010.01)

(71) 申请人 中国铁塔股份有限公司

地址 100195 北京市海淀区东冉北街9号院
北区14号楼-1至3层101

(72) 发明人 刘国锋 陈东旭 杨慧

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 金鲜英

(51) Int.Cl.

H01M 10/058 (2010.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 10/0567 (2010.01)

H01M 10/0569 (2010.01)

H01M 4/62 (2006.01)

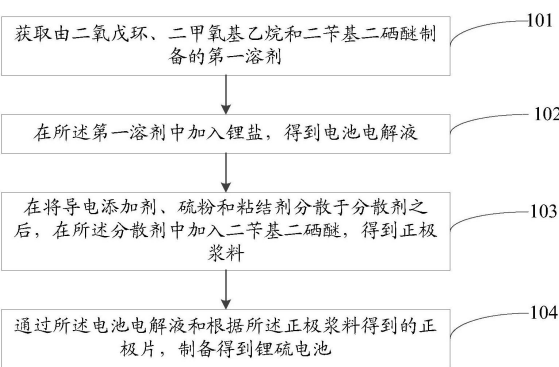
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种锂硫电池的制备方法及锂硫电池

(57) 摘要

本申请提供一种锂硫电池的制备方法及锂硫电池,应用于电池技术领域,该方法包括获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂;在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液;在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料;通过所述电池电解液和根据所述正极浆料得到的正极片,制备得到锂硫电池。该方法通过在电池电解液和正极片中加入二苄基二硒醚,阻止了锂硫电池中正极硫由于循环而形成的多硫化物的聚集,从而提高了低温下的电池容量。



1. 一种锂硫电池的制备方法,其特征在于,所述方法包括:
获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂;
在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液;
在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料;
通过所述电池电解液和根据所述正极浆料得到的正极片,制备得到锂硫电池。
2. 根据权利要求1所述的锂硫电池的制备方法,其特征在于,所述获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂,包括:
获取由所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷制备的第二溶剂;
在所述第二溶剂中加入所述二苄基二硒醚,得到第三溶剂,所述第三溶剂中二苄基二硒醚的浓度的取值范围为1~100毫摩尔/升;
将所述第三溶剂置于第一温度下保存第一时长后,按照第一升温速度,将所述温度升高至第二温度,并将所述第三溶剂以第一转速搅拌第二时长,得到第一溶剂,所述第一升温速度的取值范围为1~5摄氏度/小时,所述第一温度为-20摄氏度,所述第一时长的取值范围为5~10小时,所述第二温度为25摄氏度,所述第一转速为500转/分钟,所述第二时长的取值范围为12~24小时。
3. 根据权利要求2所述的锂硫电池的制备方法,其特征在于,所述获取由所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷制备的第二溶剂,包括:
将干燥后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷按照第一体积比在氩气手套箱中进行混合,并将混合后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷以第一转速搅拌第三时长,得到第二溶剂,所述第一体积比的取值范围为1:1~1:10,所述第三时长的范围为6~12小时。
4. 根据权利要求3所述的锂硫电池的制备方法,其特征在于,所述将干燥后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷按照第一体积比在氩气手套箱中进行混合,并以第一转速搅拌第三时长,得到第二溶剂之前,所述方法还包括:
将所述二氧戊环、所述二甲氧基乙烷和所述二苄基二硒醚分别加入装有分子筛的玻璃瓶中进行干燥,所述干燥的时长为第四时长,所述第四时长的取值范围为12~24小时,所述二氧戊环与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,所述二甲氧基乙烷与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,所述二苄基二硒醚与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1。
5. 根据权利要求1所述的锂硫电池的制备方法,其特征在于,所述在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液,包括:
在所述第一溶剂中加入锂盐,并将加入所述锂盐的第一溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到第四溶剂,所述第四溶剂中锂盐浓度的取值范围为0.2~1摩尔/升,所述第三温度的取值范围为30~50摄氏度,所述第五时长的取值范围为12~24小时;
在所述第四溶剂中继续加入所述锂盐,并将加入所述锂盐的第四溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到电池电解液,所述电池电解液中锂盐浓度的取值范围为0.5~2摩尔/升。
6. 根据权利要求1所述的锂硫电池的制备方法,其特征在于,在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料,包括:
将导电添加剂、硫粉和粘结剂按照第一质量比分散于分散剂中,得到第一浆料,所述第

一质量比为1:8:1,所述分散剂体积的取值范围为1~10L,所述分散剂中固含量的取值范围为0.1~1克/升;

将所述第一浆料按照第二转速搅拌第六时长后,在第四温度下,加入N次第一浓度的二苳基二硒醚,得到第二浆料,其中,N的取值范围为3~5,每两次加入所述二苳基二硒醚的间隔时间的取值范围为10~30分钟,每次加入所述二苳基二硒醚的体积的取值范围为1-1000毫升,所述第一浓度的取值范围为10~2000毫摩尔/升,所述第二转速的取值范围为50~300转/分钟,所述第六时长的取值范围为3~6小时,所述第四温度的取值范围为25~50摄氏度;

将所述第二浆料在第五温度下搅拌第七时长,得到正极浆料,所述第五温度为25摄氏度,所述第七时长为12小时。

7.根据权利要求6所述的锂硫电池的制备方法,其特征在于,所述导电添加剂为可导电的含碳粉末,所述粘结剂为聚偏氟乙烯、羟甲基纤维素钠、丁苯橡胶、聚丙烯酸、聚四氟乙烯和聚乙烯醇中的一种或多种的混合物,所述分散剂为二甲基甲酰胺、甲基吡咯烷酮、水和酒精中的一种或多种的混合物。

8.一种锂硫电池,其特征在于,所述锂硫电池根据如权利要求1-7中任意一项所述的锂硫电池制备方法制成。

一种锂硫电池的制备方法及锂硫电池

技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术领域,尤其涉及一种锂硫电池的制备方法及锂硫电池。

背景技术

[0002] 随着高海拔、高纬度等低温地区通信基站建设的需求越来越大,在众多新型锂电池中,锂硫电池因具有高理论容量和高能量密度,成为高比能备电电池的理想选择。然而,锂硫电池由于在低温下离子传输缓慢,锂离子去溶剂化困难、界面电荷转移电阻高等一系列问题,导致其低温性能衰减迅速,实际性能远低于其理论值。

[0003] 在现有的锂硫电池的制备方法中,主要通过调控锂离子的溶剂化结构,降低其在低温下的去溶剂化能垒,进而达到提升锂硫电池低温性能的目的,但是这种方法忽略了锂硫电池易溶解多硫化物的特点。随着温度的降低,电解液流动性变差,多硫化物的溶解使得电极液更加粘稠,加速了多硫化物的聚集,从而导致低温下电池容量进一步降低。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供一种锂硫电池的制备方法及电池,以解决现有锂硫电池制备方法中低温下电池容量降低的问题。

[0005] 为了解决上述技术问题,本申请是这样实现的:

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种锂硫电池的制备方法。该方法包括:

[0007] 获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂;

[0008] 在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液;

[0009] 在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料;

[0010] 通过所述电池电解液和根据所述正极浆料得到的正极片,制备得到锂硫电池。

[0011] 可选地,所述获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂,包括:

[0012] 获取由所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷制备的第二溶剂;

[0013] 在所述第二溶剂中加入所述二苄基二硒醚,得到第三溶剂,所述第三溶剂中二苄基二硒醚的浓度的取值范围为1~100毫摩尔/升;

[0014] 将所述第三溶剂置于第一温度下保存第一时长后,按照第一升温速度,将所述温度升高至第二温度,并将所述第三溶剂以第一转速搅拌第二时长,得到第一溶剂,所述第一升温速度的取值范围为1~5摄氏度/小时,所述第一温度为-20摄氏度,所述第一时长的取值范围为5~10小时,所述第二温度为25摄氏度,所述第一转速为500转/分钟,所述第二时长的取值范围为12~24小时。

[0015] 可选地,所述获取由所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷制备的第二溶剂,包括:

[0016] 将干燥后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷按照第一体积比在氩气手套箱中进行混合,并将混合后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷以第一转速搅拌第三时长,得

到第二溶剂,所述第一体积比的取值范围为1:1~1:10,所述第三时长的范围为6~12小时。

[0017] 可选地,所述将干燥后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷按照第一体积比在氩气手套箱中进行混合,并以第一转速搅拌第三时长,得到第二溶剂之前,所述方法还包括:

[0018] 将所述二氧戊环、所述二甲氧基乙烷和所述二苄基二硒醚分别加入装有分子筛的玻璃瓶中进行干燥,所述干燥的时长为第四时长,所述第四时长的取值范围为12~24小时,所述二氧戊环与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,所述二甲氧基乙烷与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,所述二苄基二硒醚与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1。

[0019] 可选地,所述在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液,包括:

[0020] 在所述第一溶剂中加入锂盐,并将加入所述锂盐的第一溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到第四溶剂,所述第四溶剂中锂盐浓度的取值范围为0.2~1摩尔/升,所述第三温度的取值范围为30~50摄氏度,所述第五时长的取值范围为12~24小时;

[0021] 在所述第四溶剂中继续加入所述锂盐,并将加入所述锂盐的第四溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到电池电解液,所述电池电解液中锂盐浓度的取值范围为0.5~2摩尔/升。

[0022] 可选地,在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料,包括:

[0023] 将导电添加剂、硫粉和粘结剂按照第一质量比分散于分散剂中,得到第一浆料,所述第一质量比为1:8:1,所述分散剂体积的取值范围为1~10L,所述分散剂中固含量的取值范围为0.1~1克/升;

[0024] 将所述第一浆料按照第二转速搅拌第六时长后,在第四温度下,加入N次第一浓度的二苄基二硒醚,得到第二浆料,其中,N的取值范围为3~5,每两次加入所述二苄基二硒醚的间隔时间的取值范围为10~30分钟,每次加入所述二苄基二硒醚的体积的取值范围为1~1000毫升,所述第一浓度的取值范围为10~2000毫摩尔/升,所述第二转速的取值范围为50~300转/分钟,所述第六时长的取值范围为3~6小时,所述第四温度的取值范围为25~50摄氏度;

[0025] 将所述第二浆料在第五温度下搅拌第七时长,得到正极浆料,所述第五温度为25摄氏度,所述第七时长为12小时。

[0026] 可选地,所述导电添加剂为可导电的含碳粉末,所述粘结剂为聚偏氟乙烯、羟甲基纤维素钠、丁苯橡胶、聚丙烯酸、聚四氟乙烯和聚乙烯醇中的一种或多种的混合物,所述分散剂为二甲基甲酰胺、甲基吡咯烷酮、水和酒精中的一种或多种的混合物。

[0027] 第二方面,本申请实施例还提供一种锂硫电池。该锂硫电池根据如上所述锂硫电池的制备方法制成。

[0028] 本申请实施例的锂硫电池的制备方法,包括获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂;在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液;在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料;通过所述电池电解液和根据所述正极浆料得到的正极片,制备得到锂硫电池。该方法通过在电池电解液和正极片中加入二苄基二硒醚,阻止了锂硫电池中正极硫由于循环而形成的多硫化物的聚集,从而提高了低温下的电池容量。

附图说明

[0029] 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描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1是本申请实施例提供的锂硫电池的制备方法的流程图;

[0031] 图2是基于本申请实施例一提供的锂硫电池和基于对照组电池的充放电曲线图;

[0032] 图3是基于本申请实施例一提供的锂硫电池和基于对照组电池的电池循环图;

[0033] 图4是基于本申请实施例二提供的锂硫电池和基于对照组电池的充放电曲线图;

[0034] 图5基于本申请实施例三提供的锂硫电池的电池循环图。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中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。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作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。

[0036] 本申请实施例提供一种锂硫电池的制备方法。参见图1,图1是本申请实施例提供的锂硫电池的制备方法的流程图,如图1所示,包括以下步骤:

[0037] 步骤101、获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂;

[0038] 步骤102、在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液;

[0039] 步骤103、在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料;

[0040] 步骤104、通过所述电池电解液和根据所述正极浆料得到的正极片,制备得到锂硫电池。

[0041] 为了解决锂硫电池在低温环境下性能衰减迅速的问题,现有的锂硫电池的制备方法更多地是通过调控锂离子的溶剂化结构,降低其在低温下的去溶剂化能垒,进而达到提升锂硫电池低温性能的目的。这种方法虽然能在一定程度上提高电池的低温性能,但是只重视了锂离子的去溶剂化,忽略了锂硫电池易溶解于多硫化物的特点,随着温度的降低,电池电解液的流动性变差,多硫化物的溶解使得电解液更加粘稠,加速了多硫化物的聚集,进一步导致电池容量的快速衰减。

[0042] 在本申请实施例的锂硫电池的制备方法中,获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂,然后在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液,其中,锂盐可以为三氟甲磺酸锂、双三氟甲磺酰亚胺锂和双氟磺酰亚胺锂。在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料,将正极浆料在铝箔上按照常规方式进行涂覆、烘干,最终得到经过二苄基二硒醚修饰的正极片。将得到的电池电解液和正极片在氩气手套箱中按照常规方式进行装配,即可以制备得到锂硫电池。

[0043] 该方法通过引入一种特殊的有机化合物:二苄基二硒醚,作为电化学反应中的氧化还原调节介质,改变锂硫电池中多硫化物在转换过程中的静电相互作用,从而破坏 $\text{Li}^+ - \text{S}_x^{2-}$ 的聚集网络,进而阻止多硫化物在低温下的聚集,前述多硫化物来自于锂硫电池的正极

硫,其在电池循环的过程中会形成多硫化物。同时,二苄基二硒醚的加入还可以在多硫化物尾端进行嫁接,诱导多硫化物表面的电荷再分配,从而改变最低未占轨道与最高已占轨道的能级,降低电化学反应能垒,从而提高低温下锂硫电池的单位容量。前述嫁接在化学中是指将一个官能团通过化学键连接到物体表面或者与另外一个官能团连接。

[0044] 可选地,所述获取由二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚制备的第一溶剂,包括:

[0045] 获取由所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷制备的第二溶剂;

[0046] 在所述第二溶剂中加入所述二苄基二硒醚,得到第三溶剂,所述第三溶剂中二苄基二硒醚的浓度的取值范围为1~100毫摩尔/升;

[0047] 将所述第三溶剂置于第一温度下保存第一时长后,按照第一升温速度,将所述温度升高至第二温度,并将所述第三溶剂以第一转速搅拌第二时长,得到第一溶剂,所述第一升温速度的取值范围为1~5摄氏度/小时,所述第一温度为-20摄氏度,所述第一时长的取值范围为5~10小时,所述第二温度为25摄氏度,所述第一转速为500转/分钟,所述第二时长的取值范围为12~24小时。

[0048] 在本申请实施例的锂硫电池的制备方法中,获取由二氧戊环和二甲氧基乙烷制备的第二溶剂,在第二溶剂中加入二苄基二硒醚,得到第三溶剂,其中,第三溶剂中二苄基二硒醚的浓度的取值范围为1~100毫摩尔/升。随后,将第三溶剂置于第一温度下保存第一时长后,按照第一升温速度,将温度升高至第二温度,并将第三溶剂以第一转速搅拌第二时长,得到第一溶剂,其中,第一升温速度的取值范围为1~5摄氏度/小时,第一温度为-20摄氏度,第一时长的取值范围为5~10小时,第二温度为25摄氏度,第一转速为500转/分钟,第二时长的取值范围为12~24小时。该方法有利于让二苄基二硒醚与二氧戊环和二甲氧基乙烷溶剂分子进行首尾嫁接,降低多硫化物溶解后的聚合可能。前述嫁接在化学中是指将一个官能团通过化学键连接到物体表面或者与另外一个官能团连接。

[0049] 示例性地,获取由二氧戊环和二甲氧基乙烷制备的第二溶剂,在第二溶剂中加入二苄基二硒醚,得到第三溶剂,其中,第三溶剂中二苄基二硒醚的浓度可以为20毫摩尔/升。随后,将第三溶剂置于-20摄氏度的温度下保存5小时后,按照2摄氏度/小时的升温速度,将温度升高至25摄氏度,并将第三溶剂以500转/分钟的速度搅拌12小时,得到第一溶剂。

[0050] 可选地,所述获取由所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷制备的第二溶剂,包括:

[0051] 将干燥后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷按照第一体积比在氩气手套箱中进行混合,并将混合后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷以第一转速搅拌第三时长,得到第二溶剂,所述第一体积比的取值范围为1:1~1:10,所述第三时长的范围为6~12小时。

[0052] 在本申请实施例的锂硫电池的制备方法中,将干燥后的二氧戊环和二甲氧基乙烷按照第一体积比在氩气手套箱中进行混合,并将混合后的二氧戊环和二甲氧基乙烷在磁力搅拌台上以第一转速搅拌第三时长,得到第二溶剂,其中,第一体积比的取值范围为1:1~1:10,第三时长的范围为6~12小时。该方法有利于将二氧戊环和二甲氧基乙烷充分混合。

[0053] 示例性地,将干燥后的二氧戊环和二甲氧基乙烷按照1:5的体积比在氩气手套箱中进行混合,并将混合后的二氧戊环和二甲氧基乙烷在磁力搅拌台上以500转/分钟的速度搅拌6小时,得到第二溶剂。

[0054] 可选地,所述将干燥后的所述二氧戊环和所述二甲氧基乙烷按照第一体积比在氩

气手套箱中进行混合,并以第一转速搅拌第三时长,得到第二溶剂之前,所述方法还包括:

[0055] 将所述二氧戊环、所述二甲氧基乙烷和所述二苄基二硒醚分别加入装有分子筛的玻璃瓶中进行干燥,所述干燥的时长为第四时长,所述第四时长的取值范围为12~24小时,所述二氧戊环与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,所述二甲氧基乙烷与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,所述二苄基二硒醚与所述分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1。

[0056] 在本申请实施例的锂硫电池的制备方法中,将二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚分别加入装有分子筛的玻璃瓶中进行干燥,干燥的时长为第四时长,第四时长的取值范围为12~24小时,二氧戊环与分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,二甲氧基乙烷与分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1,二苄基二硒醚与分子筛的质量比的取值范围为10:1~50:1。该方法对二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚进行干燥,有利于去除混在化合物中的少量水份。

[0057] 示例性地,将二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚分别加入装有分子筛的玻璃瓶中进行干燥24小时,二氧戊环与分子筛的质量比为20:1,二甲氧基乙烷与分子筛的质量比为20:1,二苄基二硒醚与分子筛的质量比为20:1。

[0058] 可选地,所述在所述第一溶剂中加入锂盐,得到电池电解液,包括:

[0059] 在所述第一溶剂中加入锂盐,并将加入所述锂盐的第一溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到第四溶剂,所述第四溶剂中锂盐浓度的取值范围为0.2~1摩尔/升,所述第三温度的取值范围为30~50摄氏度,所述第五时长的取值范围为12~24小时;

[0060] 在所述第四溶剂中继续加入所述锂盐,并将加入所述锂盐的第四溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到电池电解液,所述电池电解液中锂盐浓度的取值范围为0.5~2摩尔/升。

[0061] 在本申请实施例的锂硫电池的制备方法中,在第一溶剂中加入锂盐,并将加入锂盐的第一溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到第四溶剂,其中,第四溶剂中锂盐浓度的取值范围为0.2~1摩尔/升,第三温度的取值范围为30~50摄氏度,第五时长的取值范围为12~24小时。随后在第四溶剂中继续加入锂盐,并将加入锂盐的第四溶剂在第三温度下搅拌第五时长,得到电池电解液,其中,电池电解液中锂盐浓度的取值范围为0.5~2摩尔/升。该方法有利于使得锂盐充分溶解在电池电解液中。

[0062] 示例性地,在第一溶剂中加入锂盐,并将加入锂盐的第一溶剂在40摄氏度的温度下搅拌12小时,得到第四溶剂,其中,第四溶剂中锂盐浓度可以为0.2摩尔/升。随后在第四溶剂中继续加入锂盐,并将加入锂盐的第四溶剂在40摄氏度的温度下继续搅拌12小时,得到电池电解液,其中,电池电解液中锂盐浓度可以为0.5摩尔/升。

[0063] 可选地,在将导电添加剂、硫粉和粘结剂分散于分散剂之后,在所述分散剂中加入二苄基二硒醚,得到正极浆料,包括:

[0064] 将导电添加剂、硫粉和粘结剂按照第一质量比分散于分散剂中,得到第一浆料,所述第一质量比为1:8:1,所述分散剂体积的取值范围为1~10L,所述分散剂中固含量的取值范围为0.1~1克/升;

[0065] 将所述第一浆料按照第二转速搅拌第六时长后,在第四温度下,加入N次第一浓度的二苄基二硒醚,得到第二浆料,其中,N的取值范围为3~5,每两次加入所述二苄基二硒醚

的间隔时间的取值范围为10~30分钟,每次加入所述二苄基二硒醚的体积的取值范围为1-1000毫升,所述第一浓度的取值范围为10~2000毫摩尔/升,所述第二转速的取值范围为50~300转/分钟,所述第六时长的取值范围为3~6小时,所述第四温度的取值范围为25~50摄氏度;

[0066] 将所述第二浆料在第五温度下搅拌第七时长,得到正极浆料,所述第五温度为25摄氏度,所述第七时长为12小时。

[0067] 在本申请实施例的锂硫电池的制备方法中,将导电添加剂、硫粉和粘结剂按照第一质量比分散于分散剂中,得到第一浆料,其中,第一质量比为1:8:1,分散剂体积的取值范围为1~10L,分散剂中固含量的取值范围为0.1~1克/升。将第一浆料按照第二转速搅拌第六时长后,在第四温度下,加入N次第一浓度的二苄基二硒醚,得到第二浆料,其中,N的取值范围为3~5,每两次加入二苄基二硒醚的间隔时间的取值范围为10~30分钟,每次加入二苄基二硒醚的体积的取值范围为1-1000毫升,所述第一浓度的取值范围为10~2000毫摩尔/升,需要说明的是,每次加入二苄基二硒醚的体积和浓度是一样的。第二转速的取值范围为50~300转/分钟,第六时长的取值范围为3~6小时,第四温度的取值范围为25~50摄氏度。将第二浆料在第五温度下搅拌第七时长,得到正极浆料,其中,第五温度为25摄氏度,第七时长为12小时,将得到的正极浆料在铝箔上按照常规方式进行涂覆、烘干,最终即可以得到锂硫电池的正极片。该方法有利于通过在正极片中引入二苄基二硒醚,从而提高锂硫电池的单位容量。

[0068] 示例性地,将导电添加剂、硫粉和粘结剂按照第一质量比分散于分散剂中,得到第一浆料,其中,第一质量比为1:8:1,分散剂体积可以为5L,分散剂中固含量可以为0.5克/升。将第一浆料按照500转每分钟搅拌3小时后,在40摄氏度的温度下,每次间隔10分钟,加入2次浓度为10~2000毫摩尔/升的二苄基二硒醚,得到第二浆料,每次加入二苄基二硒醚的体积可以为1-1000毫升。随后将第二浆料在25摄氏度的温度下搅拌12小时,得到正极浆料,

[0069] 可选地,所述导电添加剂为可导电的含碳粉末,所述粘结剂为聚偏氟乙烯、羟甲基纤维素钠、丁苯橡胶、聚丙烯酸、聚四氟乙烯和聚乙烯醇中的一种或多种的混合物,所述分散剂为二甲基甲酰胺、甲基吡咯烷酮、水和酒精中的一种或多种的混合物。

[0070] 在本申请实施例的锂硫电池的制备方法中,导电添加剂为可导电的含碳粉末,其中含碳粉末可以为炭黑、乙炔黑、碳纳米管、碳球、碳纤维等可导电的含碳粉末中的一种或多种的混合物,粘结剂为聚偏氟乙烯、羟甲基纤维素钠、丁苯橡胶、聚丙烯酸、聚四氟乙烯和聚乙烯醇中的一种或多种的混合物,分散剂为二甲基甲酰胺、甲基吡咯烷酮、水和酒精中的一种或多种的混合物。这有利于让二苄基二硒醚与硫充分接触,改变硫在转换过程中的静电相互作用,破坏 $\text{Li}^+-\text{S}_x^{2-}$ 的聚集网络,使得低温下多硫化物不会团聚。

[0071] 第二方面,本申请实施例还提供一种锂硫电池。该锂硫电池根据如上所述锂硫电池的制备方法制成。

[0072] 为了进一步说明本申请实施例的锂硫电池的制备方法所取得的有益效果,采用本申请实施例一和本申请实施例二中所制得的锂硫电池和对比电池进行实验,前述对比电池所用的电池电解液为将浓度为0.5摩尔/升的双氟磺酰亚胺锂盐溶解在体积比为1:1的碳酸二甲酯与三氟乙醚的混合溶液。

[0073] 在本申请实施例一的锂硫电池的制备方法中,将二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚分别加入装有 $3\text{\AA}$ 分子筛的玻璃瓶中进行干燥,干燥时间24小时,其中,各个液体与 $3\text{\AA}$ 分子筛的质量比为20:1。将干燥后的二氧戊环与二甲氧基乙烷按照体积比1:5在氩气手套箱中进行混合,随后在磁力搅拌台上以500转/分钟的速度搅拌12小时,得到第二溶剂。随后将干燥后的二苄基二硒醚加入第二溶剂,得到第三溶剂,二苄基二硒醚在第三溶剂中的浓度控制在20毫摩尔/升,随后,立即将第三溶剂置于-20摄氏度环境中保存5小时,按照2摄氏度/小时的升温速度,逐步将温度提升至25摄氏度,然后以500转/分钟的速度搅拌12小时,最终得到第一溶剂。将双三氟甲基磺酰亚胺锂按照0.2摩尔/升的浓度溶解于第一溶剂中,提高搅拌温度至40摄氏度,搅拌12小时。随后维持搅拌温度不变,分多次加入双三氟甲基磺酰亚胺锂,继续搅拌12小时,最终使得到的电池电解液中双三氟甲基磺酰亚胺锂浓度为0.5摩尔/升。

[0074] 将炭黑、硫粉、聚偏氟乙烯按照质量比1:8:1的比例分散于1升的二甲基甲酰胺中,得到第一浆料,其中二甲基甲酰胺中的固含量为0.5克/升。将第一浆料按照50转/分钟的速度搅拌3小时,随后提高搅拌温度至40摄氏度,每次间隔10分钟,每次加入200毫升,加入2次浓度为50毫摩尔/升的二苄基二硒醚,得到第二浆料。加入完毕后,恢复温度至25℃,搅拌12小时,最终得到均匀的正极浆料。随后,将正极浆料在铝箔上按照常规方式进行涂覆,烘干,最终得到正极片。将电池电解液与正极片,在氩气手套箱中按照常规方式进行装配,得到锂硫电池。

[0075] 图2为本申请实施例一所制得的锂硫电池和对照组所用的对比电池在0摄氏度的温度下的充放电曲线图。从图中可以看出,在本申请实施例1所制得的锂硫电池中,通过二苄基二硒醚的引入,使得低温下锂硫电池的电化学反应势垒有所降低,从而提高了电化学电位,本申请实施例1的放电平台明显高于对照组,较高的反应电位可以确保温度继续降低后,电池的整体容量不会过度衰减。

[0076] 图3为本申请实施例一与对照组所用的对比电池在0摄氏度的温度条件下的循环图。本申请实施例1相比于对照组来说,由于破坏了低温下易于聚集的 $\text{Li}_+\text{—S}_x^{2-}$ 链,使得电解液粘稠度降低,从而能够维持更长的循环稳定性。

[0077] 在本申请实施例二的锂硫电池的制备方法中,将二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚分别加入装有 $3\text{\AA}$ 分子筛的玻璃瓶中进行干燥,干燥时间12小时,其中,各个液体与 $3\text{\AA}$ 分子筛的质量比为10:1。将干燥后的二氧戊环与二甲氧基乙烷按照体积比1:2在氩气手套箱中进行混合,随后在磁力搅拌台上以500转/分钟的速度搅拌12小时,得到第二溶剂。随后将干燥后的二苄基二硒醚加入第二溶剂,得到第三溶剂,二苄基二硒醚在第三溶剂中的浓度控制在50毫摩尔/升,随后,立即将第三溶剂置于-20摄氏度环境中保存10小时,按照5摄氏度/小时的升温速度,逐步将温度提升至25摄氏度,然后以500转/分钟的速度搅拌12小时,最终得到第一溶剂。将双氟磺酰亚胺锂按照0.5摩尔/升的浓度溶解于第一溶剂中,提高搅拌温度至45摄氏度,搅拌12小时。随后维持搅拌温度不变,分多次加入双氟磺酰亚胺锂,继续搅拌12小时,最终使得到的电池电解液中双三氟甲基磺酰亚胺锂浓度为1摩尔/升。

[0078] 将碳纳米管、硫粉、羟甲基纤维素钠按照质量比1:8:1的比例分散于5升的水中,得到第一浆料,其中水的固含量为0.5克/升。将第一浆料按照100转/分钟的速度搅拌3小时,

随后提高搅拌温度至30摄氏度,加入1次200毫升的浓度为50毫摩尔/升的二苄基二硒醚,得到第二浆料。加入完毕后,恢复温度至25℃,搅拌12小时,最终得到均匀的正极浆料。随后,将正极浆料在铝箔上按照常规方式进行涂覆,烘干,最终得到正极片。将电池电解液与正极片,在氩气手套箱中按照常规方式进行装配,得到锂硫电池。

[0079] 图4为本申请实施例二的锂硫电池与对照组的对比电池在-30摄氏度的极低温条件下的充放电曲线图。可以看出,对于对照组来说,由于低温造成的影响,锂离子传输受阻,锂硫电池几乎无法释放容量,库伦效率也很低。而对于本申请实施例2,得益于电化学反应势垒的降低,实施例2锂硫电池的容量有明显增高,达到395毫安时/克,是对照组的2倍以上。

[0080] 在本申请实施例三的锂硫电池的制备方法中,将二氧戊环、二甲氧基乙烷和二苄基二硒醚分别加入装有3Å分子筛的玻璃瓶中进行干燥,干燥时间24小时,其中,各个液体与3Å分子筛的质量比为50:1。将干燥后的二氧戊环与二甲氧基乙烷按照体积比1:5在氩气手套箱中进行混合,随后在磁力搅拌台上以500转/分钟的速度搅拌6小时,得到第二溶剂。随后将干燥后的二苄基二硒醚加入第二溶剂,得到第三溶剂,二苄基二硒醚在第三溶剂中的浓度控制在80毫摩尔/升,随后,立即将第三溶剂置于-20摄氏度环境中保存10小时,按照1摄氏度/小时的升温速度,逐步将温度提升至25摄氏度,然后以500转/分钟的速度搅拌24小时,最终得到第一溶剂。将三氟甲磺酸锂按照1摩尔/升的浓度溶解于第一溶剂中,提高搅拌温度至50摄氏度,搅拌24小时。随后维持搅拌温度不变,分多次加入三氟甲磺酸锂,继续搅拌24小时,最终使得到电池电解液中三氟甲磺酸锂的浓度为2摩尔/升。

[0081] 将乙炔黑、硫粉、聚偏氟乙烯按照质量比1:8:1的比例分散于5升的甲基吡咯烷酮中,得到第一浆料,其中甲基吡咯烷酮的固含量为1克/升。将第一浆料按照300转/分钟的速度搅拌6小时,随后提高搅拌温度至40摄氏度,每次间隔15分钟,每次加入500毫升,加入5次浓度为50毫摩尔/升的二苄基二硒醚,得到第二浆料。加入完毕后,恢复温度至25℃,搅拌12小时,最终得到均匀的正极浆料。随后,将正极浆料在铝箔上按照常规方式进行涂覆,烘干,最终得到正极片。将电池电解液与正极片,在氩气手套箱中按照常规方式进行装配,得到锂硫电池。

[0082] 图5为本申请实施例三所制备的锂硫电池的循环曲线。可以看出,二苄基二硒醚的引入有效的提高了锂硫电池的初始容量与循环性能。即使在-30摄氏度的环境下,本申请实施例3依旧维持高达334毫安时/克的初始容量,并且在循环150圈以后,容量维持在390毫安时/克,具有良好的循环性能与稳定性。

[0083] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

[0084] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质

(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中,包括若干指令用以使得一台终端(可以是手机,计算机,服务器,空调器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述的方法。

[0085] 上面结合附图对本申请的实施例进行了描述,但是本申请并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本申请的启示下,在不脱离本申请宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,均属于本申请的保护之内。

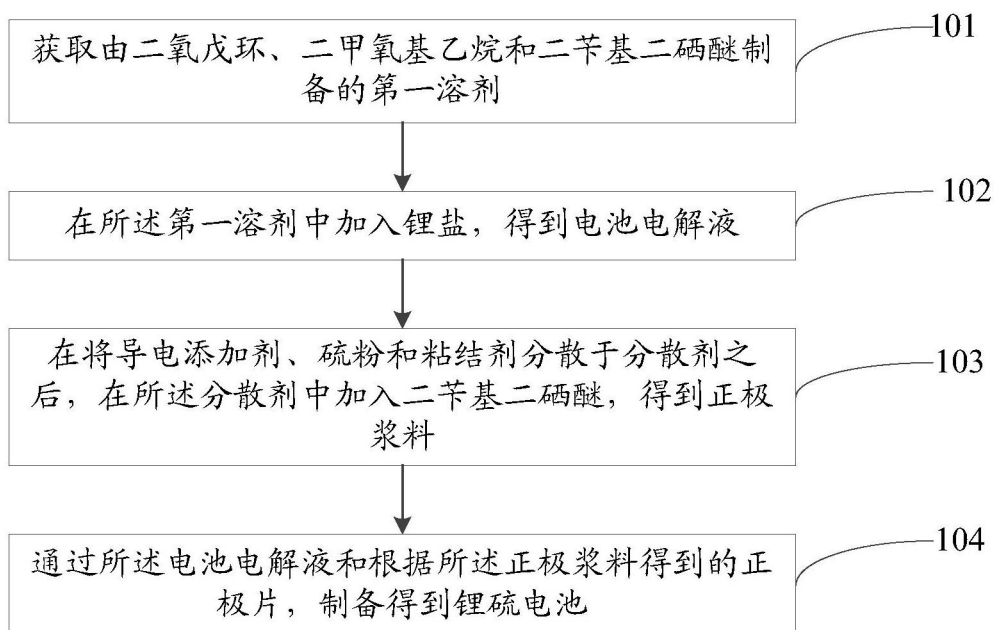


图1

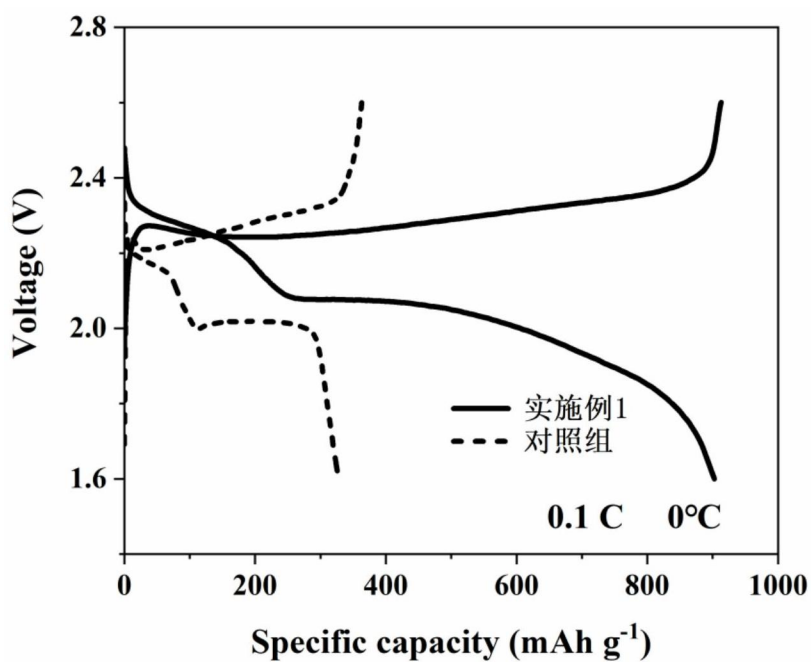


图2

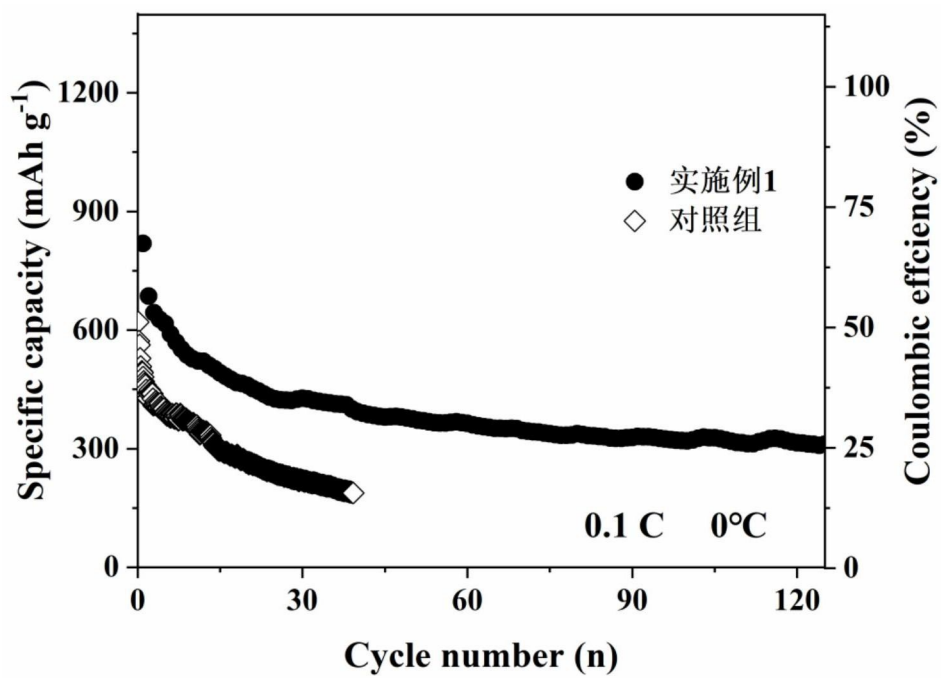


图3

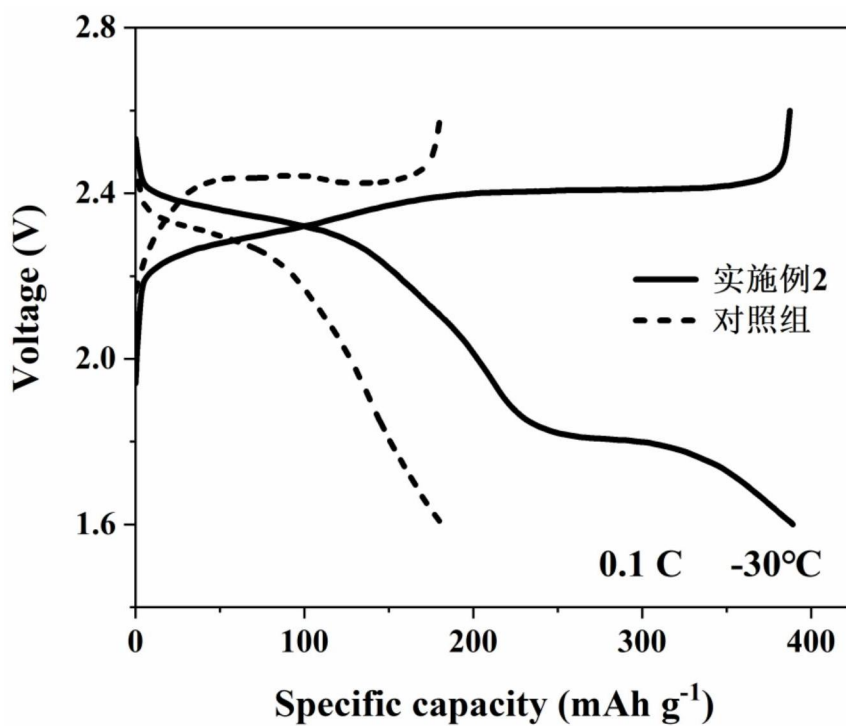


图4

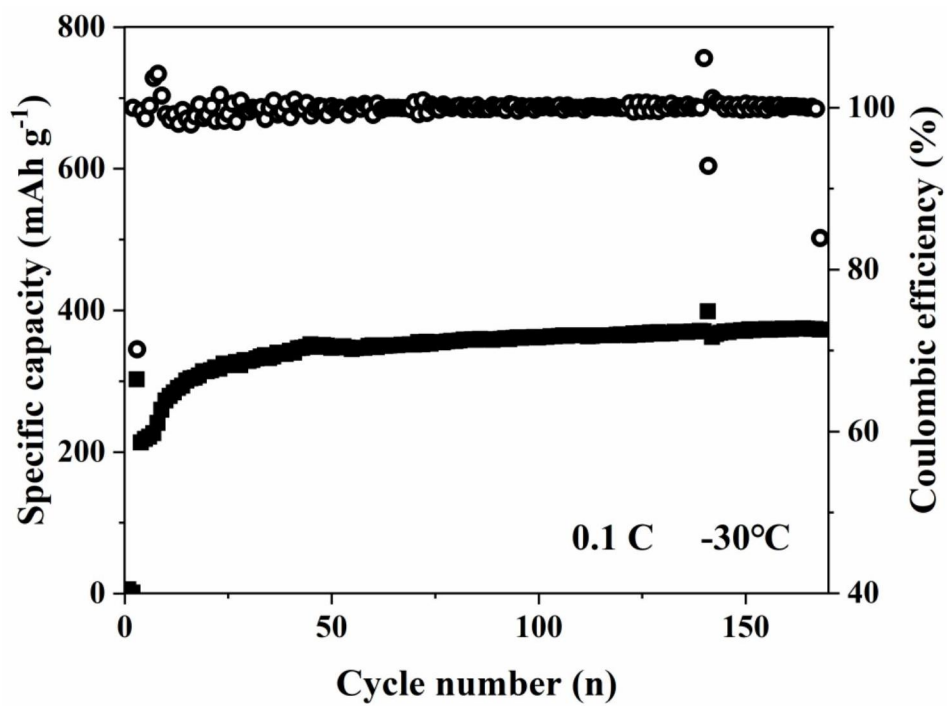


图5