



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111416158 A

(43)申请公布日 2020.07.14

(21)申请号 202010339835.5

(22)申请日 2020.04.26

(71)申请人 天津市捷威动力工业有限公司  
地址 300380 天津市西青区汽车工业区开  
源路11号

(72)发明人 陈素娜 许少辉

(74)专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理  
有限公司 12211  
代理人 耿树志

(51) Int. Cl.  
H01M 10/058(2010.01)  
H01M 10/0525(2010.01)

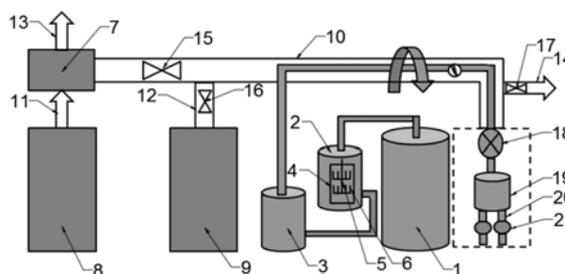
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种软包锂离子电池的极片浸润方法

(57)摘要

本发明提供了一种软包锂离子电池的极片浸润方法,包括如下步骤:第一步:注液前,采用除泡系统将电解液中的气泡除去,然后采用预热系统将电解液预热;第二步:将烘烤后的半成品电池置于真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入电解液,注液完成后,预封,得到预封电池;第三步:采用充放电设备对预封电池进行充电,得到充电电池;第四步:将第三步得到的充电电池高温倾斜静置,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池的正面和背面进行拍打。本发明该方法能较大幅度提高软包锂离子电池的极片浸润性,便于在大规模生产中推广应用。



1. 一种软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:包括如下步骤:

第一步:注液前,采用除泡系统将电解液中的气泡除去,然后采用预热系统将电解液预热至温度为40-60℃;

第二步:将烘烤后的半成品电池置于真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入第一步得到的电解液,注液完成后,预封,得到预封电池;

第三步:采用充放电设备对第二步得到的预封电池进行充电,充电倍率为1-2C,充电时间为5-6s,得到充电电池;

第四步:将第三步得到的充电电池高温倾斜静置,倾斜角度为45°-90°,静置时间为24-36h,静置温度为40-50℃,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池的正面和背面进行拍打。

2. 根据权利要求1所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:第一步中,所述除泡系统包括通过管道依次连接的电解液存储母罐、电解液存储罐A、电解液存储罐B,所述电解液存储罐A连接有抽真空装置,电解液存储罐A内设有搅拌装置,所述搅拌装置包括搅拌框、搅拌桨、驱动电机,所述驱动电机固定安装于电解液存储罐A的顶部,搅拌框位于电解液存储罐A的内部,驱动电机的转轴穿过电解液存储罐A的顶部与搅拌框固定连接,所述搅拌桨的上端固定于搅拌框的顶边下部,搅拌桨的下端延伸到电解液存储罐A的下部且高于搅拌框的底边,且搅拌桨的上端和下端的中间部位分别与驱动电机转轴固定连接,搅拌桨上沿搅拌桨的长度方向固定设置有多个搅拌锯齿。

3. 根据权利要求2所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:所述搅拌装置的搅拌速度为15-20rpm/min,所述抽真空装置的真空度为-70--90KPa。

4. 根据权利要求1所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:第一步中,所述预热系统包括涂布机余热回收装置、涂布烘干系统、外来蒸气源、加热套管,所述加热套管的进气端与涂布机余热回收装置连接,加热套管的下游段通过第二排气管与外来蒸气源连接,加热套管的下游段蛇形盘绕于电解液存储罐B与注液系统之间的管道上,所述涂布烘干系统通过第一排气管与涂布机余热回收装置连接。

5. 根据权利要求4所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:所述涂布机余热回收装置的顶部安装有第三排气管,所述加热套管的出气端连接有第四排气管,所述涂布机余热回收装置与外来蒸气源之间的加热套管上安装有第一蝶阀,所述第二排气管上安装有第二蝶阀,所述第四排气管上安装有调压阀,所述电解液存储罐B与注液系统之间的管道上安装有温度传感器。

6. 根据权利要求5所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:第二步中,所述注液系统包括通过管道依次相连的注液泵、注液杯和注液针,所述电解液存储罐B通过管道与注液泵连接,所述电解液存储罐B与注液泵之间的管道上安装有温度传感器,所述注液针不少于两个,注液针并排设置于注液杯底部,注液针的上部设有椭球型的电解液暂存球。

7. 根据权利要求1所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:第二步中,所述分三次梯度循环抽真空注入第一步得到的电解液具体步骤为:注入电解液至电池核定注液量的1/3,注液后顶侧不封口,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min;保压完成后进行二次注入电解液,注液至电池核定注液量的2/3,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min;保压完成后进行三次注入电解液,注液至电池核定注液量,进行

多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min。

8. 根据权利要求7所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:第二步中,所述多次梯度抽真空的具体次数为3次,所述多次梯度抽真空具体步骤为:第一次抽真空至真空度为-55KPa,保压5min后进行第二次抽真空至真空度为-75KPa,保压5min后进行第三次抽真空至真空度为-90KPa,保压5min;所述真空干燥箱的温度为45-55℃,真空干燥箱的真空度为-35KPa。

9. 根据权利要求1所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:第四步中,所述夹具包括两个对称设置在充电电池两侧的夹板,所述夹板的倾斜角度与第四步中充电电池的倾斜角度一致,所述夹板远离充电电池的一侧设有驱动块,所述驱动块与夹板之间安装有若干弹簧,所述弹簧的内侧设有活动导向柱,所述活动导向柱一端固定于夹板上,活动导向柱另一端穿过驱动块并与驱动块滑动相接,所述驱动块远离充电电池的一侧设有用于驱动所述驱动块往复运动的驱动机构,所述驱动机构为气缸或液压缸。

10. 根据权利要求9所述的软包锂离子电池的极片浸润方法,其特征在于:第四步中,所述夹具的拍打频率为10-20min/次,夹具的拍打力度为250-750Kg。

## 一种软包锂离子电池的极片浸润方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于锂离子电池领域,尤其是涉及一种软包锂离子电池的极片浸润方法。

### 背景技术

[0002] 电解液是锂离子电池的重要组成部分,在锂离子电池内部的主要作用是在正负极之间导通离子。电解液对极片的浸润,涉及到固、液、气三相接触。当把电解液注入到电池壳内时,首先电解液要排出壳内的空气,之后电解液会附着在正负极活性物质的表面,部分电解液会通过卷芯的隔膜进入正极-隔膜-负极之间。随着时间的延长,会出现电解液浸润极片、隔膜内电解液反向浸润极片的现象,当静置时间长到一定程度时,在表面张力的作用下,对极片的浸润就达到一个平衡的状态。随着动力锂离子电池对能量密度的要求越来越高,单体电芯的电极尺寸和厚度也在持续增加,如何保证电解液在电芯中心部位充分而均匀地浸润显得尤为重要。

[0003] 目前提高极片浸润性的方法主要有改善注液工艺、改变电芯结构、添加电解液浸润剂、改变注液后静置的方式。改变电芯结构以增加正极-隔膜-负极之间的孔隙,但是当孔隙较大时,积存的电解液量就较多,造成了部分地方富集和某些地方缺乏,这样无疑对电池的性能影响很大。当孔隙较小时,又会影响电解液的浸润速度和效率,也是不足取的。添加电解液浸润剂能够降低液体的表面张力,提高电解液对极片的润湿和渗透能力,从而提高电池的电化学性能。但当浸润剂的添加量不当时,会对电池的循环性能造成负面影响。因此,开发一种软包锂离子电池的极片浸润方法,以提高浸润效果具有重大的现实意义。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明旨在提出一种软包锂离子电池的极片浸润方法,该方法能较大幅度提高软包锂离子电池的极片浸润性,便于在大规模生产中推广应用。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0006] 一种软包锂离子电池的极片浸润方法,包括如下步骤:

[0007] 第一步:注液前,采用除泡系统将电解液中的气泡除去,然后采用预热系统将电解液预热至温度为40-60℃;

[0008] 第二步:将烘烤后的半成品电池置于真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入第一步得到的电解液,注液完成后,预封,得到预封电池;

[0009] 第三步:采用充放电设备对第二步得到的预封电池进行充电,充电倍率为1-2C,充电时间为5-6s,得到充电电池;

[0010] 第四步:将第三步得到的充电电池高温倾斜静置,倾斜角度为45°-90°,静置时间为24-36h,静置温度为40-50℃,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池的正面和背面进行拍打。

[0011] 进一步的,第一步中,所述除泡系统包括通过管道依次连接的电解液存储母罐、电解液存储罐A、电解液存储罐B,所述电解液存储罐A连接有抽真空装置,电解液存储罐A内设

有搅拌装置,所述搅拌装置包括搅拌框、搅拌桨、驱动电机,所述驱动电机固定安装于电解液存储罐A的顶部,搅拌框位于电解液存储罐A的内部,驱动电机的转轴穿过电解液存储罐A的顶部与搅拌框固定连接,所述搅拌桨的上端固定于搅拌框的顶边下部,搅拌桨的下端延伸到电解液存储罐A的下部且高于搅拌框的底边,且搅拌桨的上端和下端的中间部位分别与驱动电机转轴固定连接,搅拌桨上沿搅拌桨的长度方向固定设置有多个搅拌锯齿。

[0012] 进一步的,所述搅拌装置的搅拌速度为15-20rpm/min,所述抽真空装置的真空度为-70--90KPa。

[0013] 进一步的,第一步中,所述预热系统包括涂布机余热回收装置、涂布烘干系统、外来蒸气源、加热套管,所述加热套管的进气端与涂布机余热回收装置连接,加热套管的上游段通过第二排气管与外来蒸汽源连接,加热套管的下游段蛇形盘绕于电解液存储罐B与注液系统之间的管道上,所述涂布烘干系统通过第一排气管与涂布机余热回收装置连接。

[0014] 进一步的,所述涂布机余热回收装置的顶部安装有第三排气管,所述加热套管的出气端连接有第四排气管,所述涂布机余热回收装置与外来蒸气源之间的加热套管上安装有第一蝶阀,所述第二排气管上安装有第二蝶阀,所述第四排气管上安装有调压阀,所述电解液存储罐B与注液系统之间的管道上安装有温度传感器。

[0015] 进一步的,第二步中,所述注液系统包括通过管道依次相连的注液泵、注液杯和注液针,所述电解液存储罐B通过管道与注液泵连接,所述电解液存储罐B与注液泵之间的管道上安装有温度传感器,所述注液针不少于两个,注液针并排设置于注液杯底部,注液针的上部设有椭球型的电解液暂存球。

[0016] 进一步的,第二步中,所述分三次梯度循环抽真空注入第一步得到的电解液具体步骤为:注入电解液至电池核定注液量的1/3,注液后顶侧不封口,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min;保压完成后进行二次注入电解液,注液至电池核定注液量的2/3,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min;保压完成后进行三次注入电解液,注液至电池核定注液量,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min。

[0017] 进一步的,第二步中,所述多次梯度抽真空的具体次数为3次,所述多次梯度抽真空具体步骤为:第一次抽真空至真空度为-55KPa,保压5min后进行第二次抽真空至真空度为-75KPa,保压5min后进行第三次抽真空至真空度为-90KPa,保压5min;所述真空干燥箱的温度为45-55℃,真空干燥箱的真空度为-35KPa。

[0018] 进一步的,第四步中,所述夹具包括两个对称设置在充电电池两侧的夹板,所述夹板的倾斜角度与第四步中充电电池的倾斜角度一致,所述夹板远离充电电池的一侧设有驱动块,所述驱动块与夹板之间安装有若干弹簧,所述弹簧的内侧设有活动导向柱,所述活动导向柱一端固定于夹板上,活动导向柱另一端穿过驱动块并与驱动块滑动相接,所述驱动块远离充电电池的一侧设有用于驱动所述驱动块往复运动的驱动机构,所述驱动机构为气缸或液压缸。

[0019] 进一步的,第四步中,所述夹具的拍打频率为10-20min/次,夹具的拍打力度为250-750Kg。

[0020] 相对于现有技术,本发明具有以下优势:

[0021] (1) 本发明设置有涂布机余热回收装置回收涂布烘干系统的余热或启用外来蒸气源为加热套管提供高温空气,以对管道中的电解液进行预热,降低电解液粘度、提高电解液

流动性;涂布机余热回收装置回收涂布烘干系统的余热降低了电解液预热的能耗;增加外来蒸气源保证了电解液预热的持续、稳定性;缠绕型结构的加热套管的设计,保证了电解液输送管道中电解液充分、均匀地预热。

[0022] (2) 本发明设置有除泡系统,电解液存储母罐中的电解液经由电解液存储罐A内设的框架加搅拌锯齿组成的搅拌装置和抽真空装置进行搅拌抽真空处理后,通过电解液存储罐B输送到注液系统中,有效排除电解液生产过程和输送管道引入的气泡,使电解液与极片充分接触,提高浸润效果。

[0023] (3) 本发明采用分次注液结合梯度循环抽真空保压的注液方式,减小固-气-液三相界面存在的阻力,有效排除电池内部的气体,增加电解液与极片的接触面积和接触时间,保证极片与电解液充分接触,提高极片浸润性。

[0024] (4) 本发明采用电解液暂存球的注液针解决了电解液从注液杯向电池内部注入的速度过快的问题,两个注液针平衡了注液速度,提高了电解液与极片的接触面积,避免电解液一次性注入到电池底部,降低了电解液从底部向上渗透的难度,缩短了极片浸润时间,提高了极片的浸润效果。

[0025] (5) 本发明注液后静置前将电池充入少部分电量,利用电浸润的机理,避免了电池高温静置过程中电解液与铜箔发生反应导致的铜箔表面发黑、容易发脆、电池内阻增大等问题,尤其是对于电池设计余量少的电池可以采取此电浸润方法避免高温浸润过程中电解液与铜箔发生反应。

[0026] (6) 本发明采用高温倾斜静置、夹具拍打使软包电池内部电解液全部用于浸润电芯本体,接触角度较好,增加了电解液与极片的接触面积和接触时间,使电芯中心部位极片充分、均匀的浸润,避免了电解液淤积在电芯本体底部和残留到气囊内部无法使电解液浸润极片的问题,从而提高了极片的浸润效果。

## 附图说明

[0027] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0028] 图1为本发明所述的除泡系统、预热系统、注液系统的结构图;

[0029] 图2为本发明所述的夹具的整体结构图;

[0030] 图3为本发明所述的电浸润机理的三层结构驱动器的截面图。

[0031] 附图标记说明:

[0032] 1、电解液存储母罐;2、电解液存储罐A;3、电解液存储罐B;4、搅拌框;5、搅拌桨;6、搅拌锯齿;7、涂布机余热回收装置;8、涂布烘干系统;9、外来蒸气源;10、加热套管;11、第一排气管;12、第二排气管;13、第三排气管;14、第四排气管;15、第一蝶阀;16、第二蝶阀;17、调压阀;18、注液泵;19、注液杯;20、注液针;21、电解液暂存球;22、充电电池;23、夹板;24、驱动块;25、弹簧;26、活动导向柱。

## 具体实施方式

[0033] 除有定义外,以下实施例中所用的技术术语具有与本发明所属领域技术人员普遍理解的相同含义。以下实施例中所用的试验试剂,如无特殊说明,均为常规生化试剂;所述

实验方法,如无特殊说明,均为常规方法。

[0034] 下面结合实施例及附图来详细说明本发明。

[0035] 一种软包锂离子电池的极片浸润方法,包括如下步骤:

[0036] 第一步:注液前,采用除泡系统将电解液中的气泡除去,然后采用预热系统将电解液预热至温度为40-60℃;

[0037] 如图1所示,所述除泡系统包括通过管道依次连接的电解液存储母罐1、电解液存储罐A2、电解液存储罐B3,所述电解液存储罐A2连接有抽真空装置(图中未示出),抽真空装置为TRIVA系列的罗茨真空泵,抽真空装置的真空度为-70--90KPa。电解液存储罐A2和电解液存储罐B3中分别设置有液位感应器(图中未示出),当电解液不足时,由电解液存储母罐1向电解液存储罐A2中输送电解液,经除泡后输送到电解液存储罐B3中。

[0038] 电解液存储罐A2内设有搅拌装置,所述搅拌装置包括搅拌框4、搅拌桨5、驱动电机,所述驱动电机固定安装于电解液存储罐A2的顶部,搅拌框4位于电解液存储罐A2的内部,驱动电机的转轴穿过电解液存储罐A2的顶部与搅拌框4固定连接,所述搅拌桨5的上端固定于搅拌框4的顶边下部,搅拌桨5的下端延伸到电解液存储罐A2的下部且高于搅拌框4的底边,且搅拌桨5的上端和下端的中间部位分别与驱动电机转轴固定连接,搅拌桨5上沿搅拌桨5的长度方向固定设置有多个搅拌锯齿6。搅拌装置的搅拌速度15-20rpm/min。在电解液进入注液系统前,利用电解液存储罐A2中的搅拌装置和抽真空装置排除电解液生产和输送时引入的气泡,使电解液与极片充分接触,提高注液精度和极片浸润效果。

[0039] 所述预热系统包括涂布机余热回收装置7、涂布烘干系统8、外来蒸气源9、加热套管10。所述加热套管10的进气端与涂布机余热回收装置7连通,加热套管10的上游段通过第二排气管12与外来蒸气源连通。加热套管10的下游段蛇形盘绕于电解液存储罐B3与注液系统之间的管道上,保证电解液第一输送管道中的电解液通过加热套管10充分而均匀的预热。为进一步提高预热效果,电解液存储罐B3与注液系统之间的管道设置成蛇形盘绕式。

[0040] 所述涂布烘干系统8通过第一排气管11与涂布机余热回收装置7连接所述涂布机余热回收装置7的顶部安装有第三排气管13,所述加热套管10的出气端连接有第四排气管14,所述涂布机余热回收装置7为型号为 ERA-550-550-600-4.0的热交换芯体。涂布机将成卷的基材涂上一层特定功用的胶、涂料或油墨等,送入烘箱内烘干后收卷。涂布机余热回收装置7用于回收涂布机烘箱内排出的高温空气,以使其进入加热套管10对电解液输送管道内的电解液加热后再排掉,涂布机余热回收装置7对涂布烘干系统8的余热进行回收,为加热套管10提供高温空气以对管道中的电解液进行预热,降低电解液粘度、提高其流动性,缩短极片的电解液浸润时间,节约能耗。

[0041] 与外来蒸气源9之间的加热套管10上安装有碳钢材质的第一蝶阀15,所述第二排气管12上安装有碳钢材质的第二蝶阀16。所述第四排气管14上安装有调压阀17,调压阀17为先导式调压阀17。所述电解液存储罐B3与注液系统之间的管道上安装有温度传感器。

[0042] 所述温度传感器、调压阀17和第四排气管14的设计,实现了电解液第一输送管道中电解液预热温度的可调控性,避免电解液温度过高对电池性能造成负面影响;所述温度传感器用于监测管道中的电解液温度,若管道中的电解液温度超温,则调压阀17开启,加热套管10中的高温空气通过第四排气管14排出,降低加热套管10中高温空气的温度,从而降低管道中的电解液温度。

[0043] 外来蒸气源9与设有第二蝶阀16的第二排气管12连接,在涂布工序不生产、注液工序生产时启用,为加热套管10提供高温空气以对管道中的电解液进行预热,保证了管道中电解液预热的持续、稳定性。加热套管10蛇形盘绕于电解液存储罐B3与注液系统之间的管道上,保证了电解液第一输送管道中电解液的充分、均匀地预热。

[0044] 注液前,所述涂布烘干系统8或外来蒸气源9为加热套管10提供高温空气,对管道中的电解液预热,以降低电解液的粘度、提高电解液的流动性,使电解液与极片充分接触,充分利用电解液浸润的毛细作用原理,提高了极片的电解液浸润效果,缩短极片浸润时间。

[0045] 第二步:将烘烤后的半成品电池置于真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入第一步得到的电解液,注液完成后,预封,得到预封电池;

[0046] 所述注液系统包括通过管道依次相连的注液泵18、注液杯19和注液针 20,所述电解液存储罐B3通过管道与注液泵18连接,所述电解液存储罐B3 与注液泵18之间的管道上安装有温度传感器(型号为NTC,温度范围-30-105 °C,精度1.0%),所述注液针20不少于两个,注液针20并排设置于注液杯 19底部,注液针20的上部设有椭球型的电解液暂存球21,电解液暂存球21 水平方向的长轴半径为5cm,竖直方向的短轴半径为2.3cm,注液针20的上部直径为1.6cm,注液针20的下部直径为1.1cm。通过电解液暂存球21慢速平稳连续的将电解液从注液杯19向电池内部注入,降低了电解液一次性注入到电池底部进而从底部向上渗透的难度,提高了极片的浸润效果。

[0047] 所述分三次梯度循环抽真空注入第一步得到的电解液具体步骤为:注入电解液至电池核定注液量的1/3,注液后顶侧不封口,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min;保压完成后进行二次注入电解液,注液至电池核定注液量的2/3,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压 2-5min;保压完成后进行三次注入电解液,注液至电池核定注液量,进行多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压2-5min。

[0048] 所述多次梯度抽真空的具体次数为3次,所述多次梯度抽真空具体步骤为:第一次抽真空至真空度为-55KPa,保压5min后进行第二次抽真空至真空度为-75KPa,保压5min后进行第三次抽真空至真空度为-90KPa,保压5min。

[0049] 采用上述分次梯度循环抽真空方式注液,减小固-气-液三相界面存在的阻力,有效排除电池内部的气体,增加电解液与极片的接触面积和接触时间,保证极片与电解液充分接触,提高极片浸润性。同时采用电解液暂存球21 的注液针20解决了电解液从注液杯19向电池内部注入的速度过快的问题,两个注液针20平衡了注液速度,提高了电解液与极片的接触面积,降低了电解液一次性注入到电池底部进而从底部向上渗透的难度,缩短了极片浸润时间,提高了极片的浸润效果。

[0050] 所述真空干燥箱的温度为45-55°C,真空干燥箱的真空度为-35KPa。

[0051] 所述注液过程的电池控制在温度45-55°C出烘箱进行注液,利用烘烤过程电池本身的余热,加上电解液输送管道中预热的电解液,以提高极片的电解液浸润性,缩短浸润时间。

[0052] 第三步:采用充放电设备对第二步得到的预封好的电池进行充电,充电倍率为1-2C,充电时间为5-6s,得到充电电池22;

[0053] 充放电设备型号为5V 120A,满量程精度千分之一,电池容量118AH,利用电浸润的机理,避免了电池高温静置过程中电解液与铜箔发生反应导致的铜箔表面发黑、容易发脆、

电池内阻增大等问题,尤其是对于电池设计余量少的电池可以采取此电浸润方法避免高温浸润过程中电解液与铜箔发生反应。

[0054] 电浸润的机理具体为:如图3所示,当开关K开启时液滴的形状成对称分布,见图3中液滴右侧虚线位置,液滴与上、下极板的接触角分别是 $\theta_t$ 和 $\theta_0$ ,忽略重力的影响,其值都为疏水表面的初始接触角;

[0055] 当开关K闭合时,由于介质上电浸润作用,液滴与右侧极板间的接触角发生变化,见液滴右侧实线部分。根据李普曼-杨氏方程: $\cos\theta_v = \cos\theta_0 + \epsilon_0 \epsilon_r V^2 / 2d \cdot \gamma_{lg}$ ,在外加电势下,液滴与极板之间的接触角变小。

[0056] 第四步:将第三步得到的充电电池22高温倾斜静置,倾斜角度为 $45^\circ - 90^\circ$ ,静置时间为24-36h,静置温度为 $40-50^\circ\text{C}$ ,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池22的正面和背面进行拍打,拍打频率为10-20min/次,拍打力度为250-750Kg。高温倾斜静置、夹具拍打使软包电池内部电解液全部用于浸润电芯本体,接触角度较好,增加了电解液与极片的接触面积和接触时间,使电芯中心部位极片充分、均匀的浸润,避免了电解液淤积在电芯本体底部和残留到气囊内部无法使电解液浸润极片的问题,从而提高了极片的浸润效果。

[0057] 如图2所示,所述夹具包括两个对称设置在充电电池两侧的夹板23,所述夹板23的倾斜角度与第四步中充电电池的倾斜角度一致,所述夹板23远离充电电池的一侧设有驱动块24,所述驱动块24与夹板23之间安装有若干弹簧25,所述弹簧25的内侧设有活动导向柱26,所述活动导向柱26一端固定于夹板23上,活动导向柱26另一端穿过驱动块24并与驱动块24滑动相接,所述驱动块24远离充电电池的一侧设有用于驱动所述驱动块24往复运动的驱动机构(图中未示出),所述驱动机构为气缸或液压缸。由驱动机构通过驱动块带动夹板23在电池高温倾斜静置过程中施加压力对充电电池进行拍打。

[0058] 基于上述设计,本发明提供了一种软包锂离子电池的极片浸润方法,该方法有利于规模化应用,具有重大的生产实践意义。

[0059] 实施例1

[0060] 一种软包锂离子电池的极片浸润方法,包括如下步骤:

[0061] 第一步:注液前,所述电解液存储母罐1中的电解液经高压通过管道输送到电解液存储罐A2中,通过电解液存储罐A2中安装的搅拌装置(搅拌速度15rpm/min)和抽真空装置(真空度-90KPa)除去电解液中的气泡,并通过管道输送到电解液存储罐B3中,从电解液存储罐B3输送到管道中,得到待预热的电解液。

[0062] 涂布工序与注液工序同时生产,所述涂布机余热回收装置7通过第一排气管11与涂布烘干系统8连接,对涂布机烘箱产生的余热进行回收,为加热套管10提供高温空气,对电解液第一输送管道中的电解液预热,预热温度 $40^\circ\text{C}$ ,得到预热后的电解液。

[0063] 第二步:将 $50^\circ\text{C}$ 下出烘箱的半成品电池置于 $50^\circ\text{C}$ 真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入第一步得到的电解液:首先注入电解液至电池核定注液量的 $1/3$ ,注液后顶侧不封口,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min;保压完成后进行二次注入电解液,注液至电池核定注液量的 $2/3$ ,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min;保压完成后进行三次注入电解液,注液至电池核定注液量,进行3多次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min。

[0064] 所述3次梯度抽真空具体步骤为:第一次抽真空至真空度为-55KPa,保压5min后进

行第二次抽真空至真空度为-75KPa,保压5min后进行第三次抽真空至真空度为-90KPa,保压5min。

[0065] 所述注液系统的注液针20的电解液暂存球21水平方向长轴半径为5cm, 竖直方向短轴半径2.3cm。

[0066] 所述注液过程的电池控制在温度50℃出烘箱进行注液,利用烘烤过程电池本身的余热,以提高极片的电解液浸润性,缩短浸润时间。

[0067] 注液完成后对电池进行预封。

[0068] 第三步:预封好的电池使用充放电设备采用2C、6s的充电制式进行充电。

[0069] 第四步:将所述注液后已充入少部分电量电池进行高温倾斜静置,倾斜角度为60°,静置时间为36h,静置温度为45℃,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池22的正面和背面进行拍打,拍打频率为15min/次,拍打力度为250Kg。

[0070] 实施例2

[0071] 一种软包锂离子电池的极片浸润方法,包括如下步骤:

[0072] 第一步:注液前,所述电解液存储母罐1中的电解液经高压通过管道输送到电解液存储罐A2中,通过电解液存储罐A2中安装的搅拌装置(搅拌速度15rpm/min)和抽真空装置(真空度-90KPa)除去电解液中的气泡,并通过管道输送到电解液存储罐B3中,从电解液存储罐B3输送到管道中,得到待预热的电解液。涂布工序与注液工序同时生产,所述涂布机余热回收装置7通过第一排气管11与涂布烘干系统8连接,对涂布机烘箱产生的余热进行回收,为加热套管10提供高温空气,对电解液第一输送管道中的电解液预热,预热温度45℃,得到预热后的电解液。

[0073] 第二步:将50℃下出烘箱的半成品电池置于50℃真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入第一步得到的电解液:首先注入电解液至电池核定注液量的1/3,注液后顶侧不封口,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min;保压完成后进行二次注入电解液,注液至电池核定注液量的2/3,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min;保压完成后进行三次注入电解液,注液至电池核定注液量,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min。

[0074] 所述3次梯度抽真空具体步骤为:第一次抽真空至真空度为-55KPa,保压5min后进行第二次抽真空至真空度为-75KPa,保压5min后进行第三次抽真空至真空度为-90KPa,保压5min。

[0075] 所述注液系统的注液针20的电解液暂存球21水平方向长轴半径为5cm, 竖直方向短轴半径2.3cm。

[0076] 所述注液过程的电池控制在温度50℃出烘箱进行注液,利用烘烤过程电池本身的余热,以提高极片的电解液浸润性,缩短浸润时间。

[0077] 注液完成后对电池进行预封。

[0078] 第三步:预封好的电池使用充放电设备采用2C、6s的充电制式进行充电。

[0079] 第四步:将所述注液后已充入少部分电量电池进行高温倾斜静置,倾斜角度为60°,静置时间为24h,静置温度为45℃,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池22的正面和背面进行拍打,拍打频率为15min/次,拍打力度为250Kg。

[0080] 实施例3

[0081] 一种软包锂离子电池的极片浸润方法,包括如下步骤:

[0082] 第一步:注液前,所述电解液存储母罐1中的电解液经高压通过管道输送到电解液存储罐A2中,通过电解液存储罐A2中安装的搅拌装置(搅拌速度15rpm/min)和抽真空装置(真空度-90KPa)除去电解液中的气泡,并通过管道输送到电解液存储罐B3中,从电解液存储罐B3输送到管道中,得到待预热的电解液。涂布工序与注液工序同时生产,所述涂布机余热回收装置7通过第一排气管11与涂布烘干系统8连接,对涂布机烘箱产生的余热进行回收,为加热套管10提供高温空气,对电解液第一输送管道中的电解液预热,预热温度50℃,得到预热后的电解液。

[0083] 第二步:将50℃下出烘箱的半成品电池置于50℃真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入第一步得到的电解液:首先注入电解液至电池核定注液量的1/3,注液后顶侧不封口,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min;保压完成后进行二次注入电解液,注液至电池核定注液量的2/3,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min;保压完成后进行三次注入电解液,注液至电池核定注液量,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min。

[0084] 所述3次梯度抽真空具体步骤为:第一次抽真空至真空度为-55KPa,保压5min后进行第二次抽真空至真空度为-75KPa,保压5min后进行第三次抽真空至真空度为-90KPa,保压5min。

[0085] 所述注液系统的注液针20的电解液暂存球21水平方向长轴半径为6.5cm,竖直方向短轴半径3.0cm。

[0086] 所述注液过程的电池控制在温度50℃出烘箱进行注液,利用烘烤过程电池本身的余热,以提高极片的电解液浸润性,缩短浸润时间。

[0087] 注液完成后对电池进行预封。

[0088] 第三步:预封好的电池使用充放电设备采用2C、6s的充电制式进行充电。

[0089] 第四步:将所述注液后已充入少部分电量电池进行高温倾斜静置,倾斜角度为60°,静置时间为30h,静置温度为45℃,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池22的正面和背面进行拍打,拍打频率为15min/次,拍打力度为250Kg。

[0090] 实施例4

[0091] 一种软包锂离子电池的极片浸润方法,包括如下步骤:

[0092] 第一步:注液前,所述电解液存储母罐1中的电解液经高压通过管道输送到电解液存储罐A2中,通过电解液存储罐A2中安装的搅拌装置(搅拌速度15rpm/min)和抽真空装置(真空度-90KPa)除去电解液中的气泡,并通过管道输送到电解液存储罐B3中,从电解液存储罐B3输送到管道中,得到待预热的电解液。当涂布工序与注液工序同时生产时,所述涂布机余热回收装置7通过第一排气管11与涂布烘干系统8连接,对涂布机烘箱产生的余热进行回收,为加热套管10提供高温空气,对电解液第一输送管道中的电解液预热,预热温度40℃,得到预热后的电解液。

[0093] 第二步:将50℃下出烘箱的半成品电池置于55℃真空干燥箱中,注液系统分三次梯度循环抽真空向半成品电池内注入第一步得到的电解液:首先注入电解液至电池核定注液量的1/3,注液后顶侧不封口,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min;保压完成后进行二次注入电解液,注液至电池核定注液量的2/3,进行3次梯度抽真空至真空度为-

90KPa后保压5min;保压完成后进行三次注入电解液,注液至电池核定注液量,进行3次梯度抽真空至真空度为-90KPa后保压5min。

[0094] 所述3次梯度抽真空具体步骤为:第一次抽真空至真空度为-55KPa,保压5min后进行第二次抽真空至真空度为-75KPa,保压5min后进行第三次抽真空至真空度为-90KPa,保压5min。

[0095] 所述注液系统的注液针20的电解液暂存球21水平方向长轴半径为5cm, 竖直方向短轴半径2.3cm。

[0096] 所述注液过程的电池控制在温度55℃出烘箱进行注液,利用烘烤过程电池本身的余热,以提高极片的电解液浸润性,缩短浸润时间。

[0097] 注液完成后对电池进行预封。

[0098] 第三步:预封好的电池使用充放电设备采用2C、6s的充电制式进行充电。

[0099] 第四步:将所述注液后已充入少部分电量电池进行高温倾斜静置,倾斜角度为60°,静置时间为26h,静置温度为45℃,静置的同时,采用夹具对第三步得到的充电电池22的正面和背面进行拍打,拍打频率为10min/次,拍打力度为250Kg。

[0100] 对比例

[0101] 本对比例直接从电解液存储母罐中经高压向注液系统中输入未预热的电解液;电池出烘箱静置至电池温度为常温后开始注液;输入注液系统的电解液使用注液泵压入到注液杯中,通过注液杯和传统的直线型注液针将电解液注入电池内部;注液后的电池以竖立方式高温45℃下静置48h。

[0102] 测试实施例1-实施例4及对比例的注液后电池内阻和电压,具体结果见表1。

[0103] 表1注液后高温静置时间、注液后电池内阻和电压数据表

项目	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	对比例
注液后高温静置时间(h)	36	24	30	26	48
注液后电池电压(mV)	68.6	73.5	71.5	73.2	66.0
注液后电池内阻(mΩ)	0.5712	0.5618	0.5696	0.5524	0.5686

[0105] 从表1中的数据可以看出,实施例1-实施例4的注液后高温静置时间更短,但是实施例1-实施例4与对比例相比,注液后电池的电压均值偏高5.7mV,内阻均值基本一致,由此说明实施例1-4电池极片在较短的时间内取得较好的浸润效果。

[0106] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,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、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

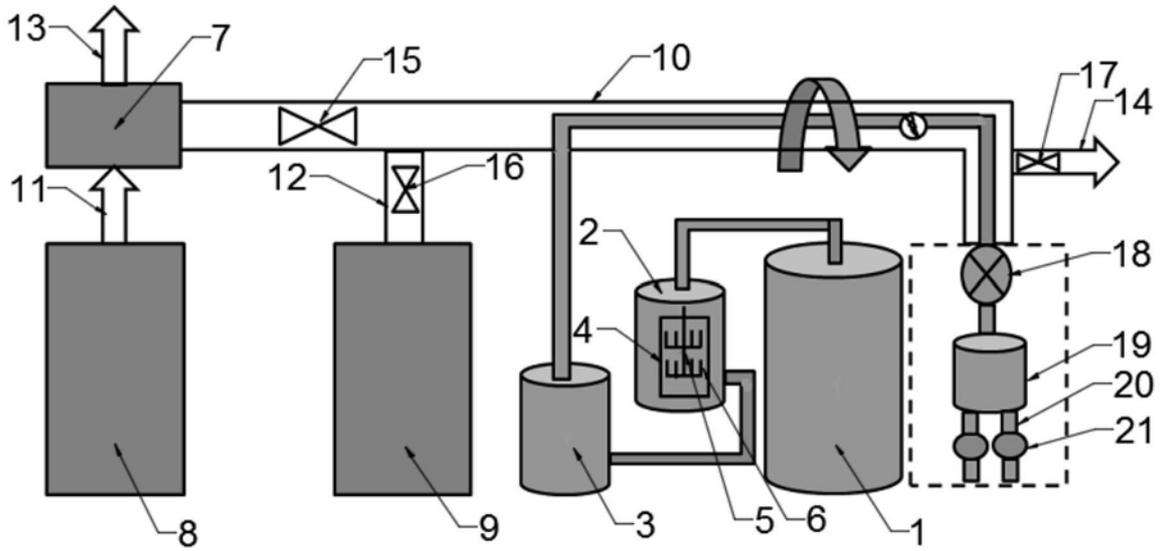


图1

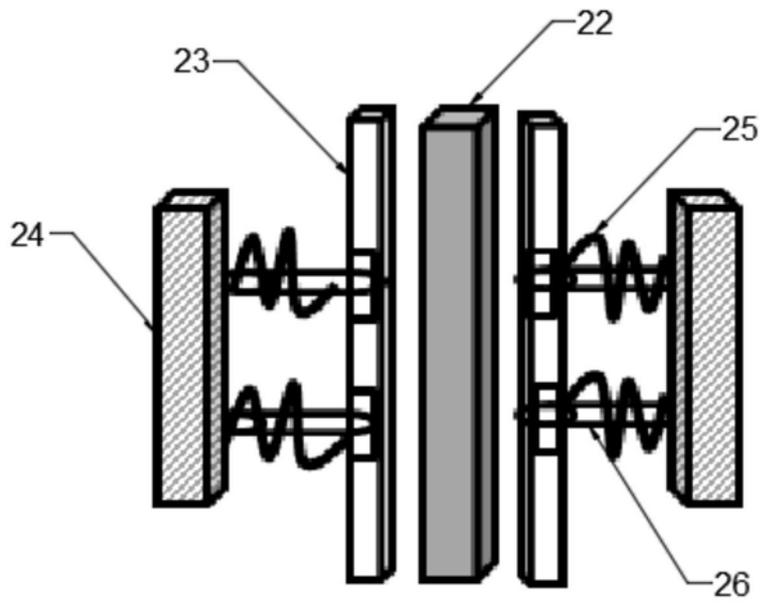


图2

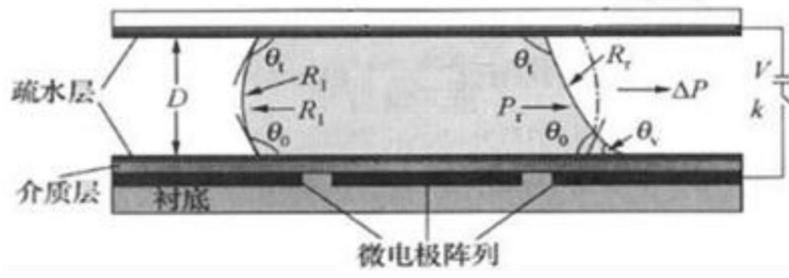


图3