



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108511825 A

(43)申请公布日 2018.09.07

(21)申请号 201810174331.5

(22)申请日 2018.03.02

(71)申请人 安徽信义电源有限公司

地址 241000 安徽省芜湖市经济技术开发区东区清水河路西侧5#厂房

(72)发明人 董清世 苏飞云

(74)专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理有限公司 44414

代理人 张全文

(51) Int. Cl.

H01M 10/44(2006.01)

H01M 10/058(2010.01)

H01M 10/0525(2010.01)

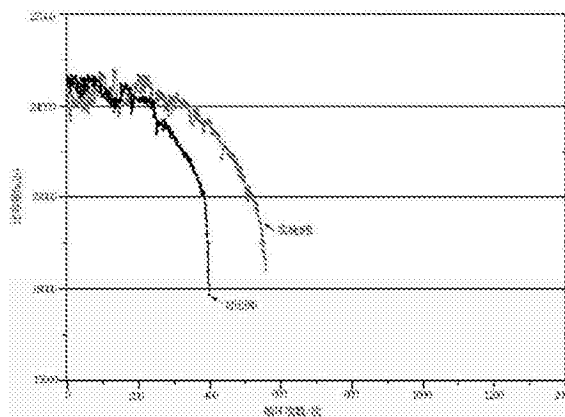
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

三元软包电芯化成方法

(57)摘要

本发明提供一种三元软包电芯化成方法。所述化成方法至少包括以下步骤：将经预封静置后的三元软包电芯置于化成柜；在温度40~70℃、电芯表面压强20~1000kPa、充电电流0.01~0.1C的条件下，化成0.5~1.0h；保持所述压强并将化成温度降至0~30℃，以0.01~0.1C电流充电0.5~1.5h，再以0.02~0.2C的电流充电0.5~1.0h；保持所述压强，将化成的温度调整为18~25℃，以0.1~0.5C的电流充电至所述三元软包电芯的电压为3.5~4.0V时截止；将所述三元软包电芯置于30~55℃环境中搁置24~60h。该电芯化成方法，可以有效提高三元软包锂离子电池的循环性能。



1. 一种三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述化成方法至少包括以下步骤:
步骤S01.将经预封静置后的三元软包电芯按照化成电路进行连接;
步骤S02.在温度为40~70℃、压强为20~1000kPa、充电电流为0.01~0.1C的条件下,化成0.5~1.0h;
步骤S03.保持所述压强并将化成的温度降至0~30℃,以0.01~0.1C的电流充电0.5~1.5h,再以0.02~0.2C的电流充电0.5~1.0h;
步骤S04.保持所述电芯表面的压强,将化成的温度调整为18~25℃,以0.1~0.5C的电流充电至所述三元软包电芯的电压为3.5~4.0V时截止;
步骤S05.将所述三元软包电芯置于30~55℃环境中搁置24~60h。
- 2.如权利要求1所述的三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述步骤S05后还包括对所述三元软包电芯进行二封处理,并在电流为0.1~0.5C、电压为4.2V的条件下恒流恒压充电至截止电流为0.01C。
- 3.如权利要求1~2任一项所述的三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述三元软包电芯的正极活性物质为镍钴锰酸锂;负极活性物质为人造石墨;隔膜为PP基双面陶瓷隔膜。
- 4.如权利要求3所述的三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述三元软包电芯的正极配方按照质量比为:正极活性物质:粘结剂:导电剂=(92~96):(2~4):(2~4);所述三元软包电芯的负极配方按照质量比为:负极活性物质:导电剂:CMC:SBR=95.2:1:1.4:2.4。
- 5.如权利要求1~2任一项所述的三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述三元软包电芯使用的电解液为:LiPF₆/EC:EMC:DEC=1:1:1体系,且浓度为0.9~1.1mol/L。
- 6.如权利要求5所述的三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述电解液主要成分体系为LiPF₆/EC+EMC+DEC体系,其中按照体积比为EC:EMC:DEC=1:1:1,所述LiPF₆的浓度为0.95mol/L。
- 7.如权利要求5或6所述的三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述电解液中还含有安全添加剂;所述安全添加剂为环己基苯、联苯过充添加剂中的一种或者一种以上。
- 8.如权利要求7所述的三元软包电芯化成方法,其特征在于:所述安全添加剂的质量百分含量为0.5~3.0%。

三元软包电芯化成方法

技术领域

[0001] 本发明属于锂离子电池化成技术领域,具体涉及一种三元软包电芯化成方法。

背景技术

[0002] 锂离子电池由于具有高工作电压、高能量密度、无记忆效应、形状可多样化的特点而被广泛用于各行各业的储能设备中。尤其近几年,动力型锂离子电池逐步在大型储能设备、电动自行车、电动摩托车、电动汽车上得到推广和应用。

[0003] 众所周知的是,上述设备采用的锂离子电池其电芯基本为三元电芯,而三元电芯容易着火爆炸。目前锂离子电池领域在解决三元电芯安全性能方面,往往是通过向电解液中添加安全添加剂,这些安全添加剂包括环己基苯、联苯等芳香衍生类过充添加剂。但是,安全添加剂的加入,会导致电芯循环性能下降。因为目前的锂离子电池一般采用60℃及以上的温度化成,如软包锂离子电池,采用60℃高温并且加压500kPa的化成方式。高温在化成阶段可以提高电化学反应活性,并且有利于SEI膜的形成,但是高温条件下的SEI膜比较疏松,经过化成合格在使用时,也就是充放电过程中,负极容易和电解液继续反应,从而导致电芯循环性能衰减较快。

[0004] 因此可以说,现有技术中,三元电芯在化成时,添加安全添加剂虽然解决了三元电芯的安全问题,但是三元电芯循环寿命却因此大大缩短。鉴于此,有必要寻找新的化成方法,在保证三元电芯安全性能的前提下,改善优化三元电芯的循环性能。

发明内容

[0005] 针对目前三元电芯在化成中添加安全添加剂并且在高温条件下化成会降低锂离子电池的循环性能等问题,本发明提供了一种三元软包电芯化成方法。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 一种三元软包电芯化成方法,所述化成方法至少包括以下步骤:

[0008] 步骤S01.将预封静置后的三元软包电芯按照化成电路进行连接;

[0009] 步骤S02.在温度为40~70℃、压强为20~1000kPa、充电电流为0.01~0.1C的条件下,化成0.5~1.0h;

[0010] 步骤S03.保持所述压强并将化成的温度降至0~30℃,以0.01~0.1C的电流充电0.5~1.5h,再以0.02~0.2C的电流充电0.5~1.0h;

[0011] 步骤S04.保持所述电芯表面的压强,将化成的温度调整为18~25℃,以0.1~0.5C的电流充电至所述三元软包电芯的电压为3.5~4.0V时截止;

[0012] 步骤S05.将所述三元软包电芯置于30~55℃环境中搁置24~60h。

[0013] 相对于现有技术,本发明上述提供的三元软包电芯化成方法,通过短暂高温化成,形成SEI膜的基础,再迅速转为低温小电流化成,在保证化成过程中的反应活性的同时,形成密度高于第一阶段的SEI膜,使得最终的SEI膜致密度高,致密的SEI膜可以有效地阻止化成后在使用过程中锂离子电池负极和电解液的继续反应,从而可以有效地提高锂离子电池

的循环性能。采用本发明的化成方法,锂离子电池的循环性能可以提高30%左右。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0015] 图1为本发明实施例1三元软包电芯化成方法与对比例1化成方法化成得到的锂离子电池循环性能测试曲线;

[0016] 图2为本发明实施例1三元软包电芯化成方法与对比例1化成方法化成得到的锂离子电池容量保持率曲线;

[0017] 图3为本发明实施例2三元软包电芯化成方法与对比例2化成方法化成得到的锂离子电池循环性能测试曲线;

[0018] 图4为本发明实施例2三元软包电芯化成方法与对比例2化成方法化成得到的锂离子电池容量保持率曲线;

[0019] 图5为本发明实施例3三元软包电芯化成方法与对比例3化成方法化成得到的锂离子电池循环性能测试曲线。

[0020] 图6为本发明实施例3三元软包电芯化成方法与对比例3化成方法化成得到的锂离子电池容量保持率曲线。

具体实施方式

[0021] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0022] 本发明实例提供了一种三元软包电芯化成方法。

[0023] 所述化成方法至少包括以下步骤:

[0024] 步骤S01.将经预封静置后的三元软包电芯按照化成电路进行连接;

[0025] 步骤S02.在温度为40~70℃、压强为20~1000kPa、充电电流为0.01~0.1C的条件下,化成0.5~1.0h;

[0026] 步骤S03.保持所述压强并将化成的温度降至0~30℃,以0.01~0.1C的电流充电0.5~1.5h,再以0.02~0.2C的电流充电0.5~1.0h;

[0027] 步骤S04.保持所述电芯表面的压强,将化成的温度调整为18~25℃,以0.1~0.5C的电流充电至所述三元软包电芯的电压为3.5~4.0V时截止;

[0028] 步骤S05.将所述三元软包电芯置于30~55℃环境中搁置24~60h。

[0029] 下面对本发明的技术方案做进一步的详细解释。

[0030] 优选地,本发明三元软包电芯的正极配方按照质量比为,正极活性物质:粘结剂:导电剂=(92~96):(2~4):(2~4);三元软包电芯的负极配方按照质量比为,负极活性物质:导电剂:CMC:SBR=95.2:1:1.4:2.4。本发明中,CMC为羧甲基纤维素钠,SBR为丁苯橡胶。

[0031] 其中,正极活性物质为镍钴锰酸锂,负极活性物质为人造石墨,隔膜为PP基双面陶

瓷隔膜。

[0032] 在本发明化成工序前,还包括塑膜成型工序、顶侧封工序、注液工序、预封(在锂离子电池技术领域也叫做一封,以区别化成后的二封)工序,这些工序均是本领域常用的工序,无需做特别的处理,因此,为了节约篇幅,本发明不对化成工序前的工序做展开描述。

[0033] 本化成方法中,通过加压为20~1000kPa化成,可以有效的排出电芯内部的气体,保持正负极的间距,防止发生析锂。如果压力小于20kPa,负极界面会出现析锂的过程,而如果压力过大,隔膜的承受能力有限。本发明的压力上限是一种优选的方式,并不是绝对上限值,在具体的实施例中,压力的上限可以根据隔膜能够承受的压力进行调整。

[0034] 在步骤S02中,短时间较高温度可以提高电芯内部各个物质的化学反应活性,激发形成SEI膜网络,也就是该步骤主要是为了后续致密SEI膜的形成提供类似SEI膜生长承载介质,便于后续SEI膜的快速成长,控制步骤S02的充电时间和充电电流可以有效避免生成过量的SEI膜。

[0035] 在步骤S02的基础上,降温增大充电电流和延长充电时间,在步骤S02形成的SEI膜网络的基础上,提高了致密SEI膜的生成量,但是电流过大会导致SEI膜松散,因此本发明需要控制步骤S03的充电电流不大于0.1C。

[0036] 步骤S04的目的主要是为了均衡负极区域的电势电位。

[0037] 本发明化成方法适用的电芯为方形软包装电芯,电芯结构采用叠片式结构。

[0038] 优选地,本发明化成方法中,三元软包电芯所使用的电解液中,电解质为LiPF₆,溶剂为EC(碳酸乙烯酯)、EMC(碳酸甲乙酯)、DEC(碳酸二乙酯)三者的混合物,并且按照体积比为EC:EMC:DEC=1:1:1,也就是LiPF₆/EC+EMC+DEC电解液体系,所述电解液的浓度为0.9~1.1mol/L。

[0039] 更为优选地,电解液为0.95mol/L LiPF₆/EC:EMC:DEC=1:1:1体系,体系当中含有0.5~3.0%的联苯或芳香族过充添加剂;

[0040] 更进一步优选地,所述过充添加剂为联苯、环己基苯等芳香烃类的过充添加剂中的至少一种。

[0041] 优选地,步骤S03中,通过恒温控制系统(恒温冷却循环水系统等)冷却方式在15~30min内使化成的环境温度降低至0~30℃。

[0042] 为了使得化成效果更好,步骤S05之后,还包括对电芯进行二次封口以及恒流恒压充电,以进一步均衡负极区域的电势。

[0043] 具体地,二次封口后恒流恒压充电的充电电流为0.1~0.5C,电压为4.2V,恒流恒压充电的截止电流为0.01C。

[0044] 经过恒流恒压充电后,将合格的锂离子电池置于室温内静置至少12h。

[0045] 本发明上述提供的三元软包电芯化成方法,通过0.5~1.0h的短暂高温化成,形成SEI膜的基础,然后在15~30min之内降温冷却转为低温小电流化成,在保证化成过程中的反应活性的同时,形成密度高于第一阶段的SEI膜,使得最终的SEI膜致密度高,致密的SEI膜可以有效地阻止化成后在使用过程中锂离子电池负极和电解液的继续反应,从而可以有效地提高锂离子电池的循环性能。采用本发明的化成方法,在具体实施例中,锂离子电池的循环性能可以提高30%左右。

[0046] 为更有效的说明本发明的技术方案,下面通过多个具体实施例说明本发明的技术

方案。

[0047] 实施例1

[0048] 一种三元软包电芯化成方法,其中涉及的电芯为正极镍钴锰酸锂523、负极活性物质为人造石墨、隔膜为陶瓷隔膜、电解液为1.0mol/L LiPF₆/EC+EMC+DEC(体积比为EC:EMC:DEC=1:1:1)体系、电解液中含有1.5%的联苯过充添加剂、隔膜为PP基的陶瓷隔膜,电芯结构为叠片软包电芯,本实施例一共化成100只电芯,具体包括以下步骤:

[0049] 1).将预封静置无异常的所述电芯置于化成柜,连接电路;

[0050] 2).按照如下的化成工艺进行化成:

[0051] (1)温度55±3℃、电芯表面压强为380kPa,充电电流0.05C,充电时间0.5h;

[0052] (2)温度15±3℃、电芯表面压强为380kPa,充电电流0.1C,充电时间0.5h,再次充电电流0.2C,充电时间1.0h;

[0053] (3)温度22±3℃、电芯表面压强为380kPa,充电电流0.4C,截止电压为3.75±0.25V;

[0054] (4)温度45±3℃,搁置45±5h;

[0055] (5)二封,恒流恒压充电,充电电流0.3C,恒压4.2V,截止电流0.01C;

[0056] (6)温度25±3℃,静置15h。

[0057] 实施例2

[0058] 一种三元软包电芯化成方法,其中涉及的电芯为正极镍钴锰酸锂523、负极活性物质为人造石墨、隔膜为陶瓷隔膜、电解液为1.0mol/L LiPF₆/EC+EMC+DEC(体积比为EC:EMC:DEC=1:1:1)体系、电解液中含有1.5%的联苯过充添加剂、隔膜为PP基的陶瓷隔膜,电芯结构为叠片软包电芯,本实施例一共化成100只电芯,具体包括以下步骤:

[0059] 1).将预封静置无异常的所述电芯置于化成柜,连接电路;

[0060] 2).按照如下的化成工艺进行化成:

[0061] (1)温度55±3℃、电芯表面压强为220kPa,充电电流0.05C,充电时间1.0h;

[0062] (2)温度15±3℃、电芯表面压强为220kPa,充电电流0.1C,充电时间1.0h,充电电流0.2C,充电时间1.0h;

[0063] (3)温度22±3℃、电芯表面压强为220kPa,充电电流0.4C,截止电压为3.75±0.25V;

[0064] (4)温度45±3℃,搁置45±5h;

[0065] (5)二封,恒流恒压充电,充电电流0.3C,恒压4.2V,截止电流0.01C;

[0066] (6)温度25±3℃,静置15h。

[0067] 实施例3

[0068] 一种三元软包电芯化成方法,其中涉及的电芯为正极镍钴锰酸锂523、负极活性物质为人造石墨、隔膜为陶瓷隔膜、电解液为1.0mol/L LiPF₆/EC+EMC+DEC(体积比为EC:EMC:DEC=1:1:1)体系、电解液中不含有过充添加剂、隔膜为PP基的陶瓷隔膜,电芯结构为叠片软包电芯,本实施例一共化成100只电芯,具体包括以下步骤:

[0069] 1).将预封静置无异常的所述电芯置于化成柜,连接电路;

[0070] 2).按照如下的化成工艺进行化成:

[0071] (1)温度55±3℃、电芯表面压强为220kPa,充电电流0.05C,充电时间0.5h;

[0072] (2) 温度 $15 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 220kPa ，充电电流 0.1C ，充电时间 0.5h ，充电电流 0.2C ，充电时间 0.5h ；

[0073] (3) 温度 $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 220kPa ，充电电流 0.4C ，截止电压为 $3.75 \pm 0.25\text{V}$ ；

[0074] (4) 温度 $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，搁置 $45 \pm 5\text{h}$ ；

[0075] (5) 二封，恒流恒压充电，充电电流 0.3C ，恒压 4.2V ，截止电流 0.01C ；

[0076] (6) 温度 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，静置 $12 \sim 15\text{h}$ 。

[0077] 为了更好的说明本发明提供的三元软包电芯化成方法相对于现有化成方法的效果，本发明还对现有的化成方式做了相应的实验。

[0078] 对比例1

[0079] 一种三元软包电芯化成方法，其中涉及的电芯为正极镍钴锰酸锂523、负极活性物质为人造石墨、隔膜为陶瓷隔膜、电解液为 $1.0\text{mol/L LiPF}_6/\text{EC}+\text{EMC}+\text{DEC}$ （体积比为 $\text{EC}:\text{EMC}:\text{DEC}=1:1:1$ ）体系、电解液中不含有过充添加剂、隔膜为PP基的陶瓷隔膜，电芯结构为叠片软包电芯，本实施例一共化成100只电芯，具体包括以下步骤：

[0080] 1). 将预封静置无异常的所述电芯置于化成柜，连接电路；

[0081] 2). 按照如下的化成工艺进行化成：

[0082] (1) 温度 $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 380kPa ，充电电流 0.05C ，充电时间 0.5h ；

[0083] (2) 温度 $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 380kPa ，充电电流 0.1C ，充电时间 0.5h ，充电电流 0.2C ，充电时间 1.0h ；

[0084] (3) 温度 $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 380kPa ，充电电流 0.4C ，截止电压为 $3.75 \pm 0.25\text{V}$ ；

[0085] (4) 温度 $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，搁置 $45 \pm 5\text{h}$ ；

[0086] (5) 二封，恒流恒压充电，充电电流 0.3C ，恒压 4.2V ，截止电流 0.01C ；

[0087] (6) 温度 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，静置 $12 \sim 15\text{h}$ 。

[0088] 对比例2

[0089] 一种三元软包电芯化成方法，其中涉及的电芯为正极镍钴锰酸锂523、负极活性物质为人造石墨、隔膜为陶瓷隔膜、电解液为 $1.0\text{mol/L LiPF}_6/\text{EC}+\text{EMC}+\text{DEC}$ （体积比为 $\text{EC}:\text{EMC}:\text{DEC}=1:1:1$ ）体系、电解液中含 1.5% 的联苯过充添加剂、隔膜为PP基的陶瓷隔膜，电芯结构为叠片软包电芯，本实施例一共化成100只电芯，具体包括以下步骤：

[0090] 1). 将预封静置无异常的所述电芯置于化成柜，连接电路；

[0091] 2). 按照如下的化成工艺进行化成：

[0092] (1) 温度 $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 220kPa ，充电电流 0.05C ，充电时间 1.0h ；

[0093] (2) 温度 $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 220kPa ，充电电流 0.1C ，充电时间 1.0h ，充电电流 0.2C ，充电时间 1.0h ；

[0094] (3) 温度 $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、电芯表面压强为 220kPa ，充电电流 0.4C ，截止电压为 $3.75 \pm 0.25\text{V}$ ；

[0095] (4) 温度 $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，搁置 $45 \pm 5\text{h}$ ；

[0096] (5) 二封，恒流恒压充电，充电电流 0.3C ，恒压 4.2V ，截止电流 0.01C ；

[0097] (6) 温度 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，静置 $12 \sim 15\text{h}$ 。

[0098] 对比例3

[0099] 一种三元软包电芯化成方法,其中涉及的电芯为正极镍钴锰酸锂523、负极活性物质为人造石墨、隔膜为陶瓷隔膜、电解液为1.0mol/L $\text{LiPF}_6/\text{EC}+\text{EMC}+\text{DEC}$ (体积比为 $\text{EC}:\text{EMC}:\text{DEC}=1:1:1$) 体系、电解液中不含有过充添加剂、隔膜为PP基的陶瓷隔膜,电芯结构为叠片软包电芯,本实施例一共化成100只电芯,具体包括以下步骤:

[0100] 1).将预封静置无异常的所述电芯置于化成柜,连接电路;

[0101] 2).按照如下的化成工艺进行化成:

[0102] (1) 温度 $55\pm 3^\circ\text{C}$ 、电芯表面压强为220kPa,充电电流0.05C,充电时间0.5h;

[0103] (2) 温度 $55\pm 3^\circ\text{C}$ 、电芯表面压强为220kPa,充电电流0.1C,充电时间0.5h,充电电流0.2C,充电时间0.5h;

[0104] (3) 温度 $55\pm 3^\circ\text{C}$ 、电芯表面压强为220kPa,充电电流0.4C,截止电压为 $3.75\pm 0.25\text{V}$;

[0105] (4) 温度 $45\pm 3^\circ\text{C}$,搁置 $45\pm 5\text{h}$;

[0106] (5) 二封,恒流恒压充电,充电电流0.3C,恒压4.2V,截止电流0.01C;

[0107] (6) 温度 $25\pm 3^\circ\text{C}$,静置12~15h。

[0108] 为了验证实施例1~3及对比例1~3化成方法得到的电芯性能,取实施例1~3及对比例1~3化成合格的电芯按照以下工步进行常温循环测试:

[0109] (1) 恒流恒压充电,充电电流为1C,恒压4.2V,截止电流为0.05C;

[0110] (2) 静置5mins;

[0111] (3) 恒流放电,放电电流为1C,截止电压为2.75V;

[0112] (4) 静置5mins;

[0113] (5) 循环(1)~(4)工步,循环次数设定2000次(当电池容量衰减到80%左右或循环次数到2000周时停止循环);

[0114] 测试结果如图1~6所示,由图1~6中可读出各个锂离子电池的数据如表1所示。

[0115] 从图1~6可知本化成方法可以在保证电芯安全的情况下,提高电芯的循环寿命,通过实施例1和对比例1的实验结果来看,本化成方法效果显著,提高循环寿命39%;通过实施例2和对比例2的实验结果来看,在保证化成过程不变的情况下,更改一些其他条件,对实验结果影响较小,电芯的循环寿命也提高了31%;通过实施例3和对比例3的实验结果来看,在不添加过充添加剂(芳香烃类的)的情况下,本化成方法也对电芯循环寿命有一定的提高,但效果不大,仅有11%左右。

[0116] 表1实施例1~3及对比例1~3的锂离子电池性能数据

[0117]

项目	循环次数 /次	截止容量 /mAh	起始容量 /mAh	保持率 /%
对比例1	393	19796	24738	80.02
实施例1	548	19742	24652	80.08
对比例2	409	19722	24530	80.40
实施例2	539	19699	24605	80.06
对比例3	1095	19083	23770	80.28
实施例3	1222	19458	23857	81.56

[0118] 从表1可知,本发明获得的锂离子电池其循环性能明显优于对比例的化成方式获得的锂离子电池性能,具体表现在,在相同的容量保持率下,本发明的化成方法得到的锂离子电池的循环次数比对比例的锂离子电池循环次数高出至少100多次。

[0119] 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、等同替换和改进等,均应包括在本发明的保护范围之内。

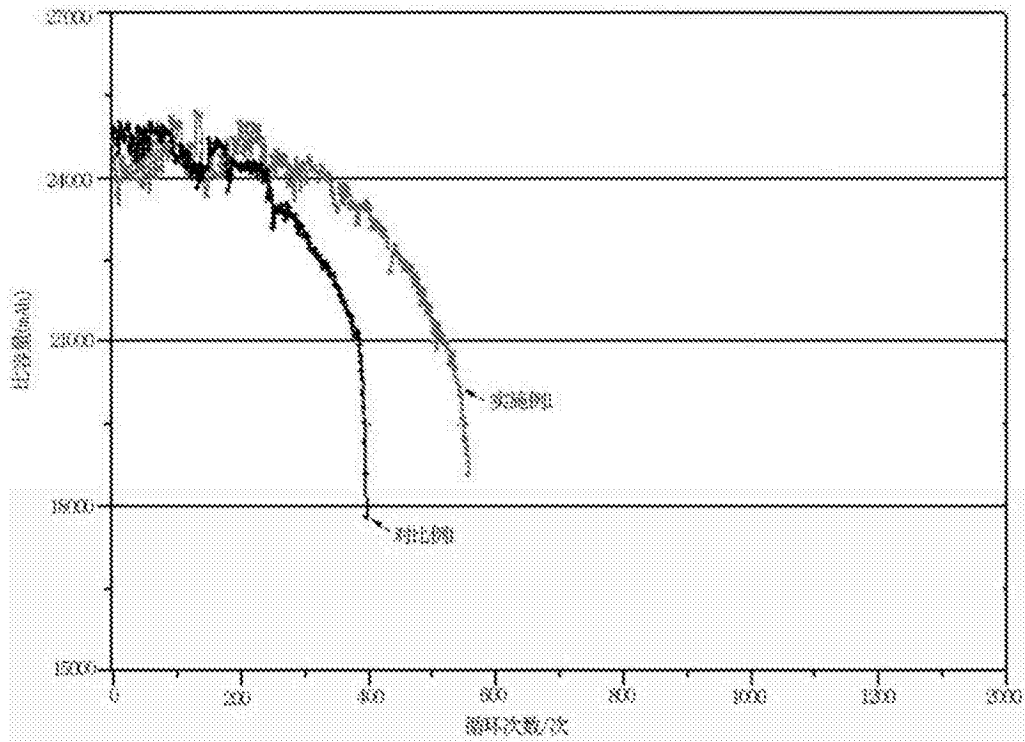


图1

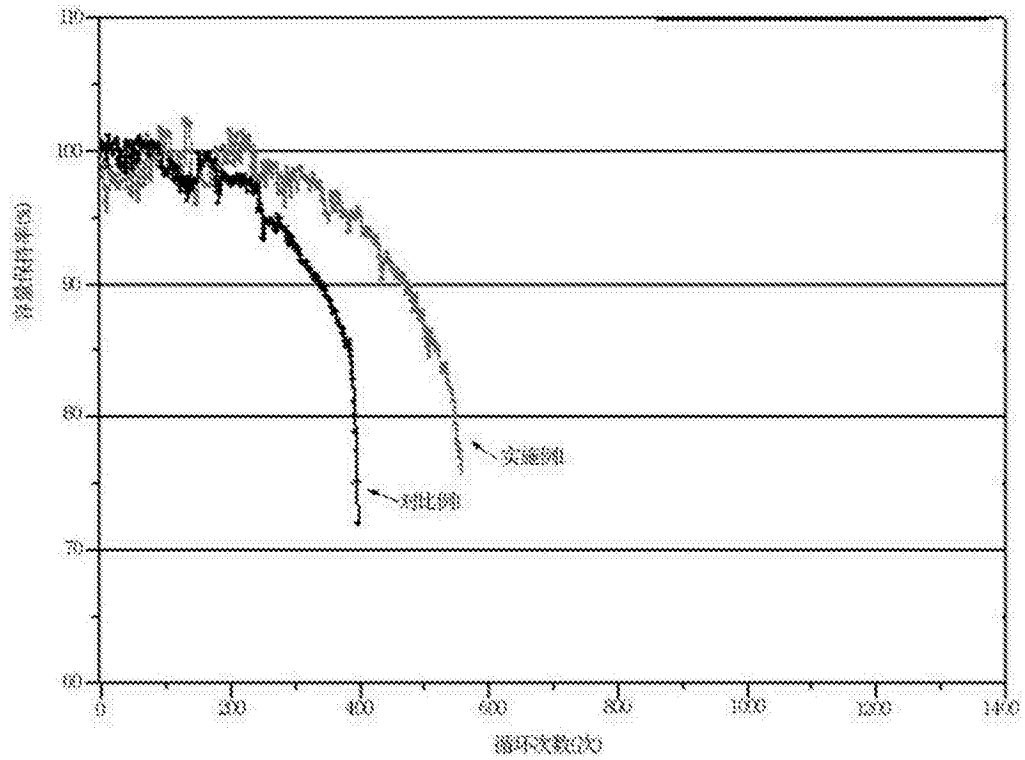


图2

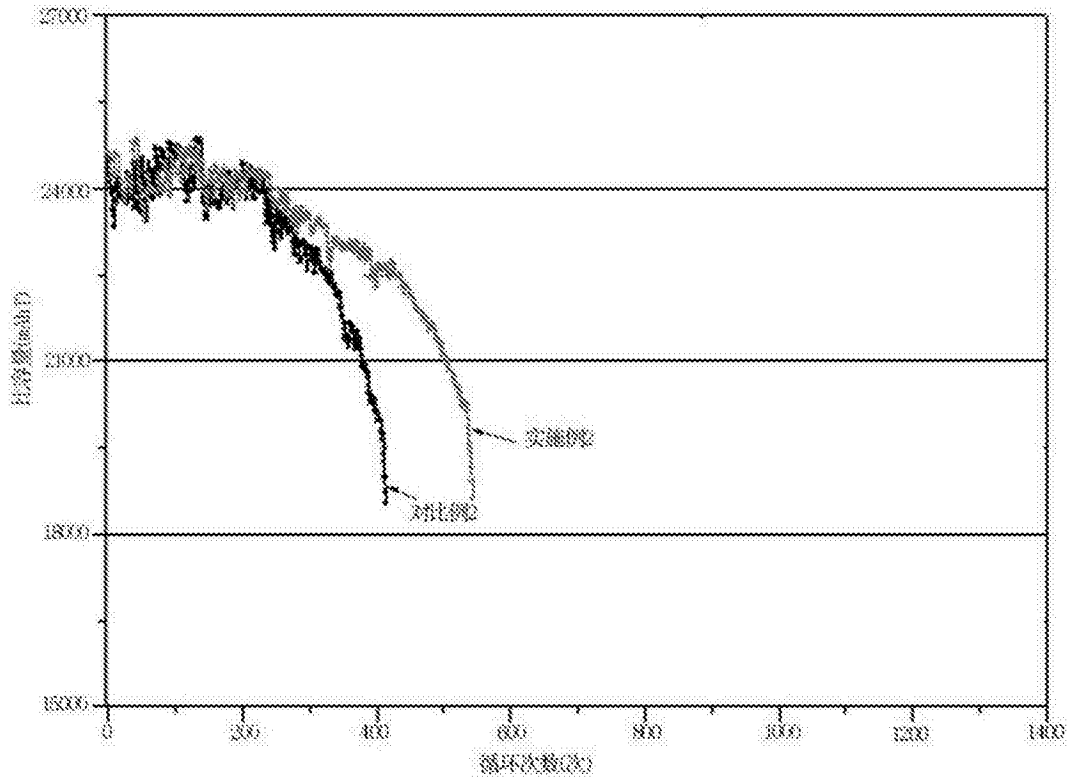


图3

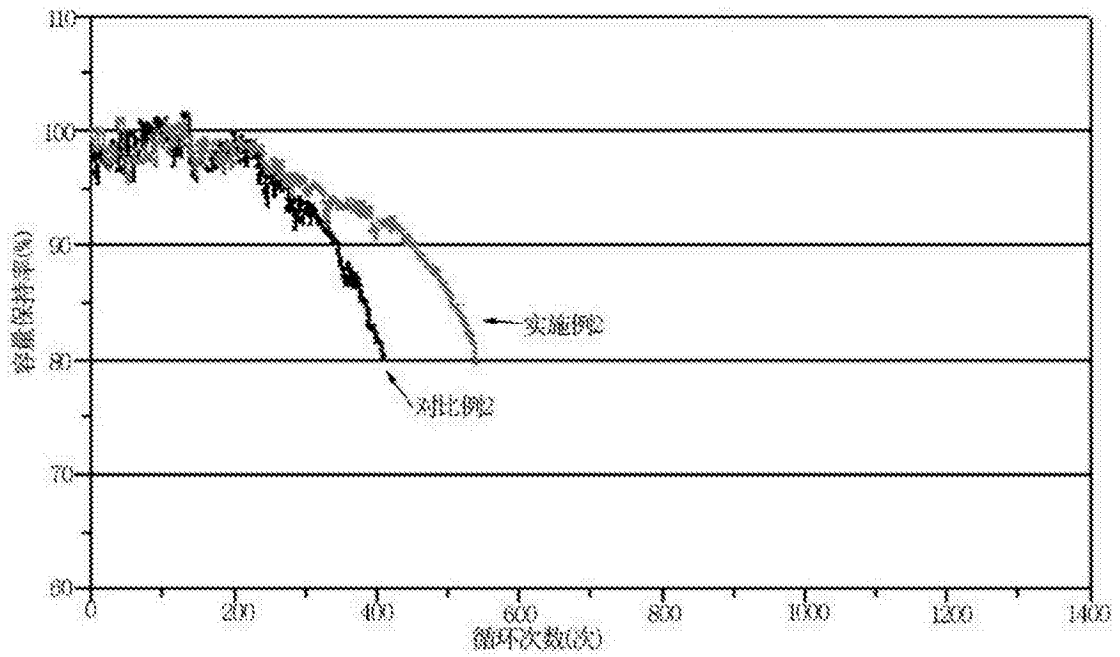


图4

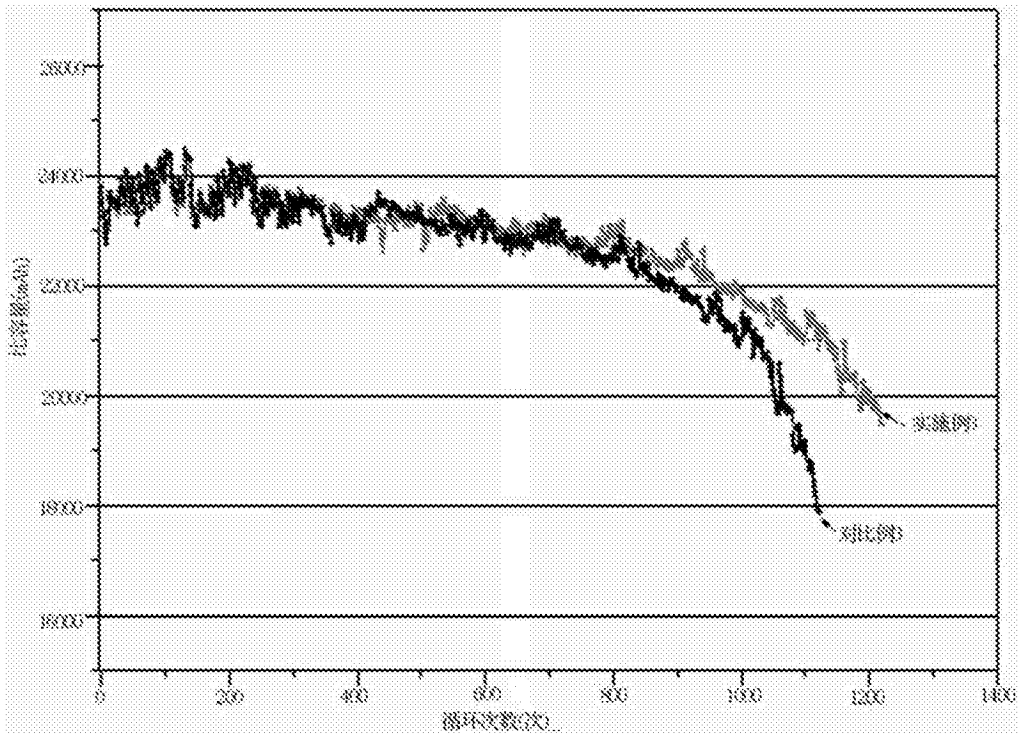


图5

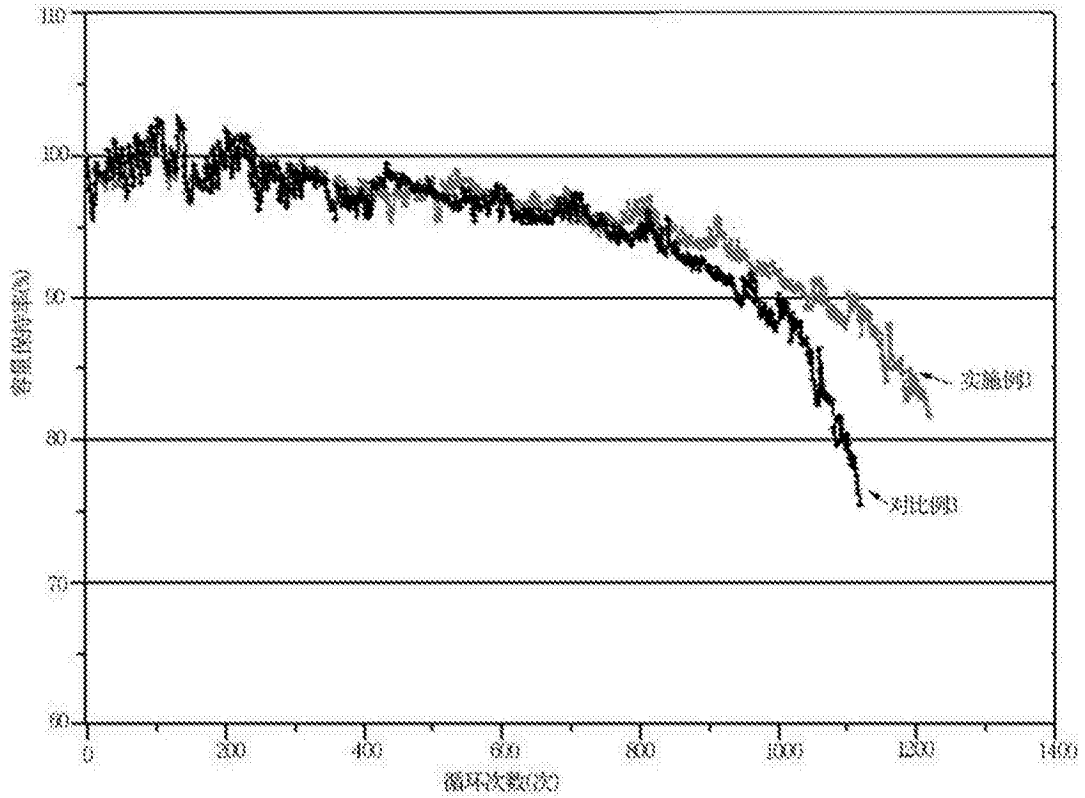


图6