



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109509909 A

(43)申请公布日 2019. 03. 22

(21)申请号 201811208710.8

(22)申请日 2018.10.17

(71)申请人 宁德时代新能源科技股份有限公司

地址 352100 福建省宁德市蕉城区漳湾镇
新港路2号

(72)发明人 王家政 申玉良 康蒙 何立兵
朱宝健 徐守江

(74)专利代理机构 北京五洲洋和知识产权代理
事务所(普通合伙) 11387

代理人 吕倩茹 张向琨

(51)Int.Cl.

H01M 10/0525(2010.01)

H01M 4/13(2010.01)

H01M 10/058(2010.01)

权利要求书1页 说明书8页

(54)发明名称

二次电池

(57)摘要

本发明提供了一种二次电池,其包括正极极片、负极极片、电解质以及隔离膜,所述正极极片包括正极集流体以及设置在正极集流体至少一个表面上且包括正极活性物质的正极膜片,所述负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上且包括负极活性物质的负极膜片。所述二次电池还满足: $0.1 \leq (D_{50\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D_{50\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.5$ 。本发明通过合理匹配正、负极活性物质粒径以及正、负极膜片电容量之间的关系,得到了兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力的二次电池。

1. 一种二次电池, 包括正极极片、负极极片、电解质以及隔离膜, 所述正极极片包括正极集流体以及设置在正极集流体至少一个表面上且包括正极活性物质的正极膜片, 所述负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上且包括负极活性物质的负极膜片;

其特征在于,

所述二次电池满足: $0.1 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.5$;

其中,

$D50_{\text{正极}}$ 为正极活性物质累计体积百分数达到50%时所对应的粒径, 单位为 μm ;

$D50_{\text{负极}}$ 为负极活性物质累计体积百分数达到50%时所对应的粒径, 单位为 μm ;

$M_{\text{正极}}$ 为正极膜片单位面积的电容量, 单位为 mAh/cm^2 ;

$M_{\text{负极}}$ 为负极膜片单位面积的电容量, 单位为 mAh/cm^2 。

2. 根据权利要求1所述的二次电池, 其特征在于,

所述二次电池满足: $0.2 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.0$;

优选地, 所述二次电池满足: $0.3 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 0.7$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的二次电池, 其特征在于,

所述二次电池满足: $35 \leq (D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4) \leq 230$;

优选地, 所述二次电池满足: $60 \leq (D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4) \leq 150$ 。

4. 根据权利要求1或2所述的二次电池, 其特征在于, 所述正极活性物质的粒径 $D50_{\text{正极}}$ 为 $0.2\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$, 优选为 $0.4\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1或2所述的二次电池, 其特征在于, 所述正极膜片单位面积的电容量 $M_{\text{正极}}$ 为 $1\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 10\text{mAh}/\text{cm}^2$, 优选为 $2\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 6\text{mAh}/\text{cm}^2$ 。

6. 根据权利要求1或2所述的二次电池, 其特征在于,

所述二次电池满足: $1 \leq D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}} \leq 100$;

优选地, 所述二次电池满足: $10 \leq D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}} \leq 80$ 。

7. 根据权利要求1或2所述的二次电池, 其特征在于, 所述负极活性物质的粒径 $D50_{\text{负极}}$ 为 $0.4\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$, 优选为 $0.5\mu\text{m} \sim 16\mu\text{m}$ 。

8. 根据权利要求1或2所述的二次电池, 其特征在于, 所述负极膜片单位面积的电容量 $M_{\text{负极}}$ 为 $1\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 10\text{mAh}/\text{cm}^2$, 优选为 $2\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 7\text{mAh}/\text{cm}^2$ 。

9. 根据权利要求1所述的二次电池, 其特征在于, 所述正极活性物质选自锂钴氧化物、锂镍氧化物、锂锰氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物、锂镍钴铝氧化物、橄榄石结构的含锂磷酸盐中的一种或几种。

10. 根据权利要求1所述的二次电池, 其特征在于,

所述负极活性物质选自碳材料、硅基材料、锡基材料、钛酸锂中的一种或几种;

优选地, 所述负极活性物质选自碳材料、硅基材料中的一种或几种。

二次电池

技术领域

[0001] 本发明涉及电池领域,尤其涉及一种二次电池。

背景技术

[0002] 可充电电池具有重量轻、能量密度高、无污染、无记忆效应、使用寿命长等突出特点,因而被广泛应用于手机、电脑、家用电器、电动工具等领域。其中,充电时间越来越受到终端消费者的重视,也是限制可充电电池普及的重要因素。从技术原理来说,决定可充电电池充电速度的关键是负极。

[0003] 此外,对可充电电池来说,其输出功率大小,即电池快速放电能力,也是限制可充电电池快速普及的重要因素。从技术原理来说,决定可充电电池输出功率的关键是正极。

[0004] 因此,正极极片和负极极片动力学性能的匹配,对于可充电电池的影响至关重要。

发明内容

[0005] 鉴于背景技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种二次电池,其兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力。

[0006] 为了达到上述目的,本发明提供了一种二次电池,其包括正极极片、负极极片、电解质以及隔离膜,所述正极极片包括正极集流体以及设置在正极集流体至少一个表面上且包括正极活性物质的正极膜片,所述负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上且包括负极活性物质的负极膜片。所述二次电池还满足: $0.1 \leq (D_{50\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D_{50\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.5$;其中, $D_{50\text{正极}}$ 为正极活性物质累计体积百分数达到50%时所对应的粒径,单位为 μm ; $D_{50\text{负极}}$ 为负极活性物质累计体积百分数达到50%时所对应的粒径,单位为 μm ; $M_{\text{正极}}$ 为正极膜片单位面积的电容量,单位为 mAh/cm^2 ; $M_{\text{负极}}$ 为负极膜片单位面积的电容量,单位为 mAh/cm^2 。

[0007] 相对于现有技术,本发明至少包括如下所述的有益效果:本发明通过合理匹配正、负极活性物质粒径以及正、负极膜片电容量之间的关系,得到了兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力的二次电池。

具体实施方式

[0008] 下面详细说明根据本发明的二次电池。

[0009] 本发明的二次电池包括正极极片、负极极片、电解质以及隔离膜,所述正极极片包括正极集流体以及设置在正极集流体至少一个表面上且包括正极活性物质的正极膜片,所述负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上且包括负极活性物质的负极膜片。

[0010] 本发明的二次电池还满足: $0.1 \leq (D_{50\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D_{50\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.5$ 。其中, $D_{50\text{正极}}$ 为正极活性物质累计体积百分数达到50%时所对应的粒径,单位为 μm ; $D_{50\text{负极}}$ 为负极活性物质累计体积百分数达到50%时所对应的粒径,单位为 μm ; $M_{\text{正极}}$ 为正极膜片单位面积

的电容量,单位为mAh/cm²;M_{负极}为负极膜片单位面积的电容量,单位为mAh/cm²。

[0011] 通常,在设计二次电池时,如果正极极片的动力学性能远优于负极极片的动力学性能,电池快速充电过程中负极在高SOC时会被充到一个很低的电位,负极电位会提前到达0V,进而活性离子会直接在负极表面还原析出;如果负极极片的动力学性能远优于正极极片的动力学性能,电池快速放电过程中正极在高SOC时会被放电到一个很高的电位,而正极极片在瞬时不能接受大量的活性离子,导致出现明显的极化,电池提前到达截止电压,电池的容量发挥不出来,且在电池长期循环使用过程中,正极活性物质的结构损伤也比较大,进而电池的循环寿命也会受到影响。

[0012] 发明人经过大量研究发现,当二次电池满足 $0.1 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)] \leq 1.5$ 时,正极极片与负极极片的动力学性能可以很好地匹配,进而得到的二次电池能兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力。

[0013] 在正极极片中,正极活性物质的粒径D50_{正极}越大,相同条件下,正极极片的动力学性能通常越差;正极膜片单位面积的电容量M_{正极}越大,二次电池的能量密度越高,但动力学性能越差。

[0014] 同理,在负极极片中,负极活性物质的粒径D50_{负极}越大,相同条件下,负极极片的动力学性能通常越差;负极膜片单位面积的电容量M_{负极}越大,负极极片的动力学性能越差。

[0015] 发明人经过大量研究发现,当 $0.1 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)] \leq 1.5$ 时,正极极片和负极极片的充放电能力得到合理的匹配,电池能同时兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力。若 $(D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)]$ 大于1.5,说明正极极片的动力学性能要远优于负极极片的动力学性能,电池快速充电过程中负极在高SOC时会被充到一个很低的电位,负极电位会提前到达0V,进而活性离子会直接在负极表面还原析出;若 $(D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)]$ 小于0.1,说明负极极片的动力学性能要远优于正极极片的动力学性能,电池快速放电过程中正极在高SOC时会被放电到一个很高的电位,而正极极片在瞬时不能接受大量的活性离子,导致出现明显的极化,电池提前到达截止电压,电池的容量发挥不出来,且在电池长期循环使用过程中,正极活性物质的结构损伤也比较大,进而电池的循环寿命也会受到影响。

[0016] 在本发明的一些实施方式中, $(D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)]$ 的下限值可以为0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8, $(D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)]$ 的上限值可以为0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5。

[0017] 优选地, $0.2 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)] \leq 1.0$;更优选地, $0.3 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)] \leq 0.7$ 。

[0018] 在本发明的二次电池中,优选地, $35 \leq (D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4) \leq 230$ 。其中 $(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)$ 的下限值可以为35、40、45、50、55、60、65、70、75、80, $(D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4)$ 的上限值可以为70、80、90、100、110、120、130、140、150、160、170、180、190、200、210、220、230。更优选地, $60 \leq (D50_{\text{正极}}+4) \times (M_{\text{正极}}+4) \leq 150$ 。在优选范围内,正极极片可以同时兼具良好的动力学性能以及高的体积能量密度。

[0019] 在本发明的二次电池中,优选地,所述正极活性物质的粒径D50_{正极}为0.2μm~25μm;更优选地,所述正极活性物质的粒径D50_{正极}为0.4μm~15μm。在优选范围内,正极极片可以具有更好的动力学性能,更有利于提升二次电池的快速放电能力以及循环寿命。

[0020] 在本发明的二次电池中,优选地,所述正极膜片单位面积的电容量 $M_{\text{正极}}$ 为 $1\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 10\text{mAh}/\text{cm}^2$;更优选地,所述正极膜片单位面积的电容量 $M_{\text{正极}}$ 为 $2\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 6\text{mAh}/\text{cm}^2$ 。在优选范围内,正极极片可以具有更好的动力学性能,更有利于提升二次电池的快速放电能力以及能量密度。

[0021] 在本发明的二次电池中,优选地, $1 \leq D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}} \leq 100$ 。其中, $D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}$ 的下限值可以为1、2、4、6、8、10、12、14、16、18、20, $D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}$ 的上限值可以为18、20、22、24、30、35、40、45、50、60、70、80、90、100。更优选地, $10 \leq D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}} \leq 80$ 。在优选范围内,负极极片可以同时兼具良好的动力学性能以及高的体积能量密度。

[0022] 在本发明的二次电池中,优选地,所述负极活性物质的粒径 $D50_{\text{负极}}$ 为 $0.4\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$;更优选地,所述负极活性物质的粒径 $D50_{\text{负极}}$ 为 $0.5\mu\text{m} \sim 16\mu\text{m}$ 。在优选范围内,负极极片可以具有更好的动力学性能,更有利于提升二次电池的快速充电能力以及循环寿命。

[0023] 在本发明的二次电池中,优选地,所述负极膜片单位面积的电容量 $M_{\text{负极}}$ 为 $1\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 10\text{mAh}/\text{cm}^2$;更优选地,所述负极膜片单位面积的电容量 $M_{\text{负极}}$ 为 $2\text{mAh}/\text{cm}^2 \sim 7\text{mAh}/\text{cm}^2$ 。在优选范围内,负极极片可以具有更好的动力学性能,更有利于提升二次电池的快速充电能力以及能量密度。

[0024] 在本发明的二次电池中,所述正极膜片可设置在正极集流体的其中一个表面上也可以设置在正极集流体的两个表面上。所述正极膜片还可包括导电剂以及粘结剂,其中导电剂以及粘结剂的种类和含量不受具体的限制,可根据实际需求进行选择。所述正极集流体的种类也不受具体的限制,可根据实际需求进行选择。

[0025] 在本发明的二次电池中,所述负极膜片可设置在负极集流体的其中一个表面上也可以设置在负极集流体的两个表面上。所述负极膜片还可包括导电剂以及粘结剂,其中导电剂以及粘结剂的种类和含量不受具体的限制,可根据实际需求进行选择。所述负极集流体的种类也不受具体的限制,可根据实际需求进行选择。

[0026] 需要说明的是,当正、负极膜片分别设置在正、负极集流体两个表面上时,只要正极集流体其中任意一个表面上的正极膜片和负极集流体其中任意一个表面上的负极膜片满足 $0.1 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.5$,即认为该电池落入本发明的保护范围内。同时本发明所给的各正、负极膜片参数也均指单面正、负极膜片的参数。

[0027] 在本发明的二次电池中,所述正极活性物质的具体种类不受具体限制,可根据实际需求进行选择。优选地,所述正极活性物质可选自锂钴氧化物、锂镍氧化物、锂锰氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物、锂镍钴铝氧化物、橄榄石结构的含锂磷酸盐中的一种或几种。更优选地,正极活性物质可具体选自 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ (NCM333)、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ (NCM523)、 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ (NCM622)、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ (NCM811)、 $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 、 LiFePO_4 (LFP)、 LiMnPO_4 中的一种或几种。

[0028] 在本发明的二次电池中,所述负极活性物质的具体种类不受具体限制,可根据实际需求进行选择。优选地,所述负极活性物质可选自碳材料、硅基材料、锡基材料、钛酸锂中的一种或几种。其中,所述碳材料可选自石墨、软碳、硬碳、碳纤维、中间相碳微球中的一种或几种;所述石墨可选自人造石墨、天然石墨中的一种或几种;所述硅基材料可选自单质硅、硅氧化物、硅碳复合物、硅合金中的一种或几种;所述锡基材料可选自单质锡、锡氧化物、锡合金中的一种或几种。更优选地,所述负极活性物质选自碳材料、硅基材料中的一

种或几种。

[0029] 在本发明的二次电池中,所述隔离膜设置在正极极片和负极极片之间,起到隔离的作用。其中,所述隔离膜的种类并不受到具体的限制,可以是现有电池中使用的任何隔离膜材料,例如聚乙烯、聚丙烯、聚偏氟乙烯以及它们的多层复合膜,但不仅限于这些。

[0030] 在本发明的二次电池中,所述电解质的种类并不受到具体的限制,可以为液体电解质(又称电解液),也可以为固体电解质。优选地,所述电解质使用液体电解质。其中,所述液体电解质可包括电解质盐以及有机溶剂,电解质盐以及有机溶剂的具体种类均不受到具体的限制,可根据实际需求进行选择。所述电解质还可包括添加剂,所述添加剂的种类也没有特别的限制,可以为负极成膜添加剂,也可为正极成膜添加剂,也可以为能够改善电池某些性能的添加剂,例如改善电池过充性能的添加剂、改善电池高温性能的添加剂、改善电池低温性能的添加剂等。

[0031] 下面以锂离子电池为例并结合具体实施例,进一步阐述本申请。应理解,这些实施例仅用于说明本申请而并不用于限制本申请的范围。

[0032] 实施例1

[0033] (1) 正极极片的制备

[0034] 将正极活性物质(详见表1)、导电剂Super P、粘结剂聚偏氟乙烯(PVDF)按质量比96:2:2进行混合,加入溶剂N-甲基吡咯烷酮(NMP),在真空搅拌机作用下搅拌至体系呈均一状,获得正极浆料;将正极浆料均匀涂覆在正极集流体铝箔上,之后将涂覆有正极浆料的正极集流体在室温晾干后转移至烘箱继续干燥,然后经过冷压、分切得到正极极片。

[0035] (2) 负极极片的制备

[0036] 将负极活性物质(详见表1)、导电剂Super P、增稠剂羧甲基纤维素钠(CMC)、粘结剂丁苯橡胶(SBR)按质量比94.5:1.5:1.5:2.5进行混合,加入溶剂去离子水,在真空搅拌机作用下搅拌至体系呈均一状,获得负极浆料;将负极浆料均匀涂覆在负极集流体铜箔上,之后将涂覆有负极浆料的负极集流体在室温晾干后转移至烘箱继续干燥,然后经过冷压、分切得到负极极片。

[0037] (3) 电解液的制备

[0038] 将碳酸乙烯酯(EC)、碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二乙酯(DEC)按照按体积比1:1:1进行混合得到有机溶剂,接着将充分干燥的锂盐 LiPF_6 溶解于混合后的有机溶剂中,配制成浓度为 1mol/L 的电解液。

[0039] (4) 隔离膜的制备

[0040] 选用聚乙烯膜作为隔离膜。

[0041] (5) 锂离子电池的制备

[0042] 将上述正极极片、隔离膜、负极极片按顺序叠好,使隔离膜处于正、负极极片之间起到隔离的作用,然后卷绕得到裸电芯;将裸电芯置于外包装壳中,干燥后注入电解液,经过真空封装、静置、化成、整形等工序,获得锂离子电池。

[0043] 实施例2-16以及对比例1-6的锂离子电池均按照与实施例1类似的方法进行制备,具体区别示出在表1中。

[0044] 表1:实施例1-16和对比例1-6的参数

[0045]

	正极极片				负极极片				C=B/ A
	正极 活性 物质	D50 μm	电容量 M mAh/cm ²	A=(D50+ 4)×(M+4)	负极活性物 质	D50 μm	电容量 M mAh/cm ²	B= D50× M	
实施例 1	LFP	15.2	8.0	230	石墨	2.3	10.0	23	0.10
实施例 2	LFP	13.5	7.5	201	石墨	4.4	9.0	40	0.20
实施例 3	LFP	8.0	7.0	132	石墨	4.4	9.0	40	0.30
实施例 4	LFP	4.0	6.0	80	石墨	5.0	8.0	40	0.50
实施例 5	LFP	3.9	5.0	71	石墨	7.1	7.0	50	0.70
实施例 6	LFP	3.5	4.0	60	石墨	10.0	6.0	60	1.00
实施例 7	LFP	2.5	2.2	40	石墨	16.0	3.7	59	1.47
实施例 8	LFP	0.3	3.0	30	石墨	3.6	5.0	18	0.60
实施例 9	LFP	1.0	2.0	30	石墨	4.5	4.0	18	0.60
实施例 10	LFP	2.1	1.5	33	石墨	6.7	3.0	20	0.60
实施例 11	LFP	2.4	1.2	33	石墨	10.0	2.0	20	0.60
实施例 12	LFP	2.7	1.0	33	石墨	13.3	1.5	20	0.60
实施例 13	LFP	29.8	2.5	220	硬碳	5.5	4.0	22	0.10
实施例 14	LFP	4.3	0.8	40	硬碳	20.0	3.0	60	1.50
实施例 15	NCM 811	29.8	2.5	220	石墨与氧化 亚硅质量比 8:2 混合物	5.5	4.0	22	0.10
实施例 16	NCM 811	4.3	0.8	40	石墨与氧化 亚硅质量比 8:2 混合物	20.0	3.0	60	1.50
对比例 1	LFP	26.8	2.5	200	石墨	2.5	4.0	10	0.05
对比例 2	LFP	1.3	1.0	27	石墨	21.3	2.0	43	1.60
对比例 3	LFP	22.3	3.6	200	硬碳	2.5	4.0	10	0.05
对比例 4	LFP	1.3	1.0	27	硬碳	21.3	2.0	43	1.60
对比例 5	NCM 811	22.3	3.6	200	石墨与氧化 亚硅质量比 8:2 混合物	2.5	4.0	10	0.05
对比例 6	NCM 811	1.3	1.0	27	石墨与氧化 亚硅质量比 8:2 混合物	21.3	2.0	43	1.60

[0046] 接下来说明锂离子电池的测试过程以及测试结果。

[0047] 1、极片测试

[0048] (1) 正、负极活性物质的粒径测试

[0049] 正、负极活性物质的粒径可通过使用激光衍射粒度分布测量仪 (Mastersizer 3000) 测试得到。

[0050] (2) 正极膜片单位面积的电容量测试

[0051] 步骤1): 将含有各实施例及对比例的正极极片的锂离子电池满放, 静置5分钟后, 充电到截止电压, 其中, 充电过程具体为以1/3C恒流充电至截止电压, 然后再以截止电压恒压充电至0.03C, 这时候得到的充电容量 C_0 即为正极膜片的放电容量。

[0052] 步骤2): 测量并计算正极膜片的总面积 (此处的总面积是指涂布面积; 若是双面涂布, 需将两面的涂布面积相加)。

[0053] 步骤3): 根据正极膜片单位面积的电容量 = 正极膜片的放电容量 (mAh) / 正极膜片的总面积 (cm^2), 计算得出正极膜片单位面积的电容量。

[0054] (3) 负极膜片单位面积的电容量测试:

[0055] 步骤1): 取上述各实施例及对比例的负极极片, 利用冲片模具获得一定面积的、单面涂布的负极小圆片。以金属锂片为对电极、Celgard膜为隔离膜、溶解有 LiPF_6 (浓度1mol/L) 的EC+DMC+DEC (体积比1:1:1) 的溶液为电解液, 在氩气保护的手套箱中组装6个CR2430型扣式电池。扣式电池组装完后静置12h, 在0.05C的放电电流下进行恒流放电, 直到电压为5mV, 然后再用50 μA 的放电电流进行恒流放电, 直到电压为5mV, 接着用10 μA 的放电电流进行恒流放电, 直到电压为5mV, 静置5分钟, 最后在0.05C的充电电流下进行恒流充电, 直到最终电压为2V, 记录充电容量。6个扣式电池充电容量的平均值即为负极膜片的平均充电容量。

[0056] 步骤2): 使用卡尺测量负极小圆片的直径d, 并计算出负极小圆片的面积。

[0057] 步骤3): 根据负极膜片单位面积的电容量 = 负极膜片的平均充电容量 (mAh) / 负极小圆片的面积 (cm^2), 计算得出负极膜片单位面积的电容量。

[0058] 2、锂离子电池性能测试

[0059] (1) 充电性能测试:

[0060] 在25℃下, 将实施例和对比例制备得到的锂离子电池以x C满充、以1C满放重复10次后, 再将锂离子电池以x C满充, 然后拆解出负极极片, 并观察负极极片表面析锂情况。如果负极表面未析锂, 则将充电倍率x C以0.1C为梯度递增再次进行测试, 直至负极表面析锂, 停止测试, 此时的充电倍率x C减去0.1C即为锂离子电池的最大充电倍率。

[0061] (2) 放电性能测试:

[0062] 在25℃下, 将实施例和对比例制备得到的锂离子电池以1C满充后分别以1C和4C放电, 统计4C的放电容量与1C放电容量的比值。如果比值大于等于95%, 则表示锂离子电池的放电性能优秀; 如果比值介于85%到95%之间, 则表示锂离子电池的放电性能适中; 如果比值小于等于85%, 则表示锂离子电池的放电性能差。

[0063] (3) 循环寿命测试:

[0064] 在25℃下, 将实施例和对比例制备得到的锂离子电池以3C倍率充电、以1C倍率放电, 进行满充满放循环测试, 直至锂离子电池的容量小于初始容量的80%, 记录循环圈数。

[0065] (4) 实际能量密度测试:

[0066] 在25℃下, 将实施例和对比例制备得到的锂离子电池以1C倍率满充、以1C倍率满放, 记录此时的实际放电能量; 在25℃下, 使用电子天平对该锂离子电池进行称重, 锂离子电池1C实际放电能量与锂离子电池重量的比值即为锂离子电池的实际能量密度。

[0067] 其中, 实际能量密度小于目标能量密度的80%时, 认为电池实际能量密度非常低; 实际能量密度大于等于目标能量密度的80%且小于目标能量密度的95%时, 认为电池实际

能量密度偏低;实际能量密度大于等于目标能量密度的95%且小于目标能量密度的105%时,认为电池实际能量密度适中;实际能量密度大于等于目标能量密度的105%且小于目标能量密度的120%时,认为电池实际能量密度较高;实际能量密度为目标能量密度的120%以上时,认为电池实际能量密度非常高。

[0068] 表2:实施例1-16和对比例1-6的测试结果

[0069]

	最大充电倍率	放电性能	循环圈数	实际能量密度
实施例1	4.0C	适中	3520	非常高
实施例2	3.6C	适中	4200	非常高
实施例3	3.6C	适中	4350	非常高
实施例4	3.6C	适中	4500	非常高
实施例5	3.3C	适中	4600	非常高
实施例6	3.6C	适中	3680	非常高
实施例7	3.0C	适中	3000	较高
实施例8	3.6C	优秀	3400	非常高
实施例9	3.3C	优秀	3300	非常高
实施例10	3.2C	优秀	3000	较高
实施例11	3.2C	优秀	3100	适中
实施例12	3.0C	优秀	2800	适中
实施例13	4.0C	适中	4000	非常高
实施例14	3.0C	优秀	2000	适中
实施例15	4.0C	适中	1800	非常高
实施例16	3.0C	优秀	1400	适中
对比例1	5.0C	差	1800	较高
对比例2	1.0C	优秀	150	适中
对比例3	5.0C	差	2700	较高
对比例4	1.0C	优秀	300	适中
对比例5	4.5C	差	1700	较高
对比例6	1.0C	优秀	200	适中

[0070] 从表2的测试结果可以看出:实施例1-16的电池能兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力,这是由于实施例1-16的电池均满足 $0.1 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.5$,此时正极极片与负极极片的动力学性能可以很好地匹配,进而得到的电池能兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力。

[0071] 对比例1-6的负极极片和正极极片的动力学平衡比不匹配, $(D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)]$ 均不在所给范围内,进而电池难以兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力。

[0072] 从实施例13-16以及对比例3-6中可知,当电池选用不同的正、负极活性物质时,只要满足 $0.1 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}} + 4) \times (M_{\text{正极}} + 4)] \leq 1.5$,得到的电池均能兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力。

[0073] 进一步地,正极极片优选满足 $35 \leq (D50_{\text{正极}+4}) \times (M_{\text{正极}+4}) \leq 230$ 、负极极片优选满足 $1 \leq D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}} \leq 100$,在上述优选范围内时,正极极片和负极极片各自可以保持更好的动力学性能,更有利于提升电池的循环寿命、能量密度、快速充电能力以及快速放电能力。但是当 $(D50_{\text{正极}+4}) \times (M_{\text{正极}+4})$ 以及 $D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}$ 中的一个或两个参数未能满足要求,只要保证 $0.1 \leq (D50_{\text{负极}} \times M_{\text{负极}}) / [(D50_{\text{正极}+4}) \times (M_{\text{正极}+4})] \leq 1.5$,结合实施例8-11,电池仍能兼具长循环寿命、高能量密度以及快速充放电能力。

[0074] 根据上述说明书的揭示和教导,本领域技术人员还可以对上述实施方式进行变更和修改。因此,本发明并不局限于上面揭示和描述的具体实施方式,对本发明的一些修改和变更也应当落入本发明的权利要求的保护范围内。此外,尽管本说明书中使用了一些特定的术语,但这些术语只是为了方便说明,并不对本发明构成任何限制。