



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110504410 B

(45) 授权公告日 2021.04.02

(21) 申请号 201810478712.2

(22) 申请日 2018.05.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110504410 A

(43) 申请公布日 2019.11.26

(73) 专利权人 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 赵前永 周灶元 史东洋 金海族
金泽林

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 王基才

(51) Int.Cl.

H01M 4/131 (2010.01)

H01M 4/136 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

审查员 宋于锋

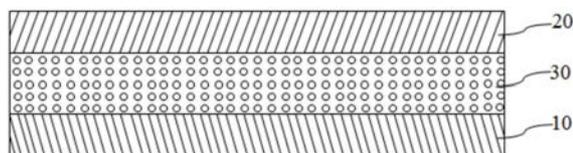
权利要求书1页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

锂离子电池及其极片

(57) 摘要

本发明公开了一种锂离子电池及其极片,极片包括集流体和形成于集流体上的膜片,膜片包含活性材料层,活性材料层包括位于两边的第一活性材料层和第二活性材料层,以及位于中间的第三活性材料层,第一活性材料层和第二活性材料层中材料的粒径小于第三活性材料层中材料的粒径,第一活性材料层占膜片宽度的 $1/5 \sim 3/8$,第二活性材料层占膜片宽度的 $1/5 \sim 3/8$,第三活性材料层占膜片宽度的 $1/4 \sim 3/5$ 。相对于现有技术,本发明锂离子电池及其极片吸液能力强、吸液速率快、热稳定性高和循环性能好。



1. 一种锂离子电池极片,包括集流体和形成于集流体上的膜片,所述膜片包含活性材料层,其特征在于,所述活性材料层包括位于两边的第一活性材料层和第二活性材料层,以及位于中间的第三活性材料层,所述第一活性材料层和第二活性料层中材料的粒径小于第三活性材料层中材料的粒径,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/5\sim 3/8$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/5\sim 3/8$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/4\sim 3/5$ 。

2. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/4\sim 1/3$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/4\sim 1/3$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/3\sim 1/2$ 。

3. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/4$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/4$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/2$ 。

4. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/3$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/3$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/3$ 。

5. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述第三活性材料层中材料的粒径与所述第一活性材料层和第二活性材料层中材料的粒径的D50差异在20%以上。

6. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述锂离子电池极片的厚度为 $20\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述第一活性材料层、第二活性材料层和第三活性材料层为矩形、正方形或平行四边形结构。

8. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述膜片还包括导电层或功能材料层,所述导电层的厚度不超过 $10\mu\text{m}$,所述功能材料层的厚度不超过 $10\mu\text{m}$ 。

9. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述膜片还包括导电层和功能材料层,所述导电层形成于所述集流体表面,所述功能材料层形成于所述导电层的表面;所述导电层的厚度不超过 $10\mu\text{m}$,所述功能材料层的厚度不超过 $10\mu\text{m}$ 。

10. 根据权利要求1所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述膜片还包括导电层和功能材料层,所述功能材料层形成于所述集流体表面,所述导电层形成于所述功能材料层的表面;所述导电层的厚度不超过 $10\mu\text{m}$,所述功能材料层的厚度不超过 $10\mu\text{m}$ 。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的锂离子电池极片,其特征在于,所述导电层包括导电剂,所述导电剂选自导电碳、导电石墨、导电油墨、科琴黑、碳纳米管、导电碳纤维、乙炔炭黑中的至少一种;所述功能材料层为无机涂层、有机/无机复合涂层、有机涂层中的一种。

12. 一种锂离子电池,包括阴极片、阳极片、间隔于阴极片和阳极片之间的隔离膜,以及电解液,其特征在于,所述阴极片和阳极片至少有一种为权利要求1至11中任一项所述的锂离子电池极片。

锂离子电池及其极片

技术领域

[0001] 本发明属于电池领域,更具体地说,本发明涉及一种锂离子电池及其极片。

背景技术

[0002] 吸液能力是影响锂离子电池性能的重要参数,电池的吸液能力主要受极片中心区域的吸液能力限制。目前,解决吸液能力的常用方法主要有以下几种:1)通过在注液阶段抽真空并结合加压辅助电解液吸收,促进电解液进入颗粒之间的孔道中;2)高温静置辅助电解液浸润,高温静置一段时间,由于在高温下电解液粘度更低,可以使电解液浸润到极片间隙中;3)多次注液,先注入一定量电解液,使其吸收,然后再分次注入更多电解液,直到指定量。上述方法虽然可以使电解液轻松浸润极片边缘,并逐渐向极片中央渗透,但越靠近中间,电解液渗透的路径越长,越难以充分浸润,当使极片中间区域充分浸润时,需耗费过长的时间,不能满足电池快速制备的需要。

[0003] 有鉴于此,确有必要提供一种吸液能力强、吸液速率快、热稳定性高和循环性能好的锂离子电池及其极片。

发明内容

[0004] 本发明的发明目的在于:克服现有技术的不足,提供一种吸液能力强、吸液速率快、热稳定性高和循环性能好的锂离子电池及其极片。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明提供了一种锂离子电池极片,包括集流体和形成于集流体上的膜片,所述膜片包含活性材料层,所述活性材料层包括位于两边的第一活性材料层和第二活性材料层,以及位于中间的第三活性材料层,所述第一活性材料层和第二活性材料层中材料的粒径小于第三活性材料层中材料的粒径,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/5\sim 3/8$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/5\sim 3/8$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/4\sim 3/5$ 。

[0006] 当第一活性材料层和第二活性材料层占膜片宽度太少时,中间第三活性材料层中粒径较大的材料过多,电池大电流充放电性能难以保证;当第一活性材料层和第二活性材料层占膜片宽度太大时,由于第一活性材料层和第二活性材料层中材料的粒径较小,宽度太大,中间第三活性材料层中粒径较大材料的吸液量较少,热稳定性较差,影响电池长期循环稳定性。

[0007] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/4\sim 1/3$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/4\sim 1/3$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/3\sim 1/2$ 。

[0008] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/4$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/4$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/2$ 。

[0009] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述第一活性材料层占膜片宽度的 $1/3$,所述第二活性材料层占膜片宽度的 $1/3$,所述第三活性材料层占膜片宽度的 $1/3$ 。

[0010] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述第三活性材料层中材料的粒径与所述第一活性材料层和第二活性材料层中材料的粒径的D50差异在20%以上。

[0011] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述锂离子电池极片的厚度为20 μm ~200 μm ,优选为55 μm ~160 μm ,更优选为80 μm ~140 μm 。

[0012] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述第一活性材料层、第二活性材料层和第三活性材料层为矩形、正方形或平行四边形结构。

[0013] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述膜片还包括导电层或功能材料层,所述导电层的厚度不超过10 μm ,优选为0.5 μm ~5 μm ,所述功能材料层的厚度不超过10 μm ,优选为0.5 μm ~5 μm 。

[0014] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述膜片还包括导电层和功能材料层,所述导电层形成于所述集流体表面,所述功能材料层形成于所述导电层的表面;或

[0015] 所述功能材料层形成于所述集流体表面,所述导电层形成于所述功能材料层的表面,所述导电层的厚度不超过10 μm ,优选为0.5 μm ~5 μm ,所述功能材料层的厚度不超过10 μm ,优选为0.5 μm ~5 μm 。

[0016] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述导电层包括导电剂,所述导电剂选自导电碳、导电石墨、导电油墨、科琴黑、碳纳米管、导电碳纤维、乙炔炭黑中的至少一种;所述功能材料层为无机涂层、有机/无机复合涂层、有机涂层中的一种。

[0017] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述导电层还包括粘结剂,所述粘结剂选自聚偏氟乙烯、聚乙烯醇、聚四氟乙烯及羧甲基纤维素钠中的至少一种,所述导电剂与所述粘结剂的质量比为92~98:2~8,优选为94~96:4~6。

[0018] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述有机涂层和有机/无机复合涂层中的有机成分选自具有导锂离子能力的聚合物、高熔点聚合物、阻燃聚合物中的一种或几种;所述无机涂层和有机/无机复合涂层中的无机成分选自三氧化二铝、羟基氧化铝、二氧化硅、二氧化钛、二氧化铈、碳酸钙、氧化钙、氧化锌、氧化镁、钛酸铈、钛酸钙、钛酸钡、磷酸锂、磷酸钛锂、磷酸钛铝锂、氮化锂、钛酸镧锂中的至少一种。

[0019] 作为本发明锂离子电池极片的一种改进,所述有机涂层和有机/无机复合涂层中的有机成分选自聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚丙烯腈、聚丙烯酸乙酯、丙烯酸-苯乙烯共聚物、丙烯腈-丁二烯共聚物、聚间苯二甲酰间苯二胺、聚酰亚胺、聚对苯二甲酰对苯二胺、聚丙烯酸甲酯中的一种或几种。

[0020] 为了实现上述目的,本发明还提供了一种锂离子电池,包括阴极片、阳极片、间隔于阴极片和阳极片之间的隔离膜,以及电解液,所述阴极片和阳极片至少有一种为上述所述的锂离子电池极片。

[0021] 作为本发明锂离子电池的一种改进,所述阴极片为上述所述的锂离子电池极片。

[0022] 作为本发明锂离子电池的一种改进,所述阴极片包括集流体和形成于集流体上的膜片,所述膜片包含活性材料层,所述活性材料层包括位于两边的第一活性材料层和第二活性材料层,以及位于中间的第三活性材料层,所述第一活性材料层、第二活性材料层、第三活性材料层中的材料选自钴酸锂化合物、镍钴锰酸锂化合物、镍钴铝酸锂化合物、磷酸铁锂化合物、锰酸锂化合物、磷酸铁锰锂化合物、镍锰酸锂化合物中的一种或几种。

[0023] 相对于现有技术,本发明锂离子电池及其极片具有以下技术效果:

[0024] 1) 通过在极片两边区域涂布粒径较小的活性材料,在中间区域涂布粒径较大的活性材料,由于大颗粒之间间隙较大,孔道更多,可以提升极片电解液浸润速率,有利于电池的快速吸液;

[0025] 2) 针对电池温度中间高两边低的特点,通过在中间区域涂布粒径较大的活性材料,由于大颗粒物质比表面积更低,副反应更少,有利于电池的长期循环性能;

[0026] 3) 提高了极片的热稳定性与长期稳定性,提升了电池的制造效率与安全性能。

附图说明

[0027] 图1为本发明锂离子电池极片的横向剖面图。

[0028] 10-第一活性材料层;20-第二活性材料层;30-第三活性材料层

具体实施方式

[0029] 为了使本发明的发明目的、技术方案及其技术效果更加清晰,以下结合附图和具体实施方式,对本发明进行进一步详细说明。应当理解的是,本说明书中描述的具体实施方式仅仅是为了解释本发明,并非为了限定本发明。

[0030] 请参阅图1所示,本发明锂离子电池极片包括集流体和形成于集流体上的膜片,膜片包含活性材料层,活性材料层包括位于两边的第一活性材料层10和第二活性材料层20,以及位于中间的第三活性材料层30,第一活性材料层10和第二活性材料层20中材料的粒径小于第三活性材料层30中材料的粒径,第一活性材料层10占膜片宽度的 $1/5\sim 3/8$,第二活性材料层20占膜片宽度的 $1/5\sim 3/8$,第三活性材料层30占膜片宽度的 $1/4\sim 3/5$ 。

[0031] 实施例1

[0032] 阴极片制备

[0033] 1) 将阴极活性材料NCM111 (D50为 $5.2\mu\text{m}$)、导电剂、PVDF按质量比为97:2:1加入溶剂N-甲基吡咯烷酮(NMP),在真空搅拌机作用下搅拌均匀获得阴极浆料,将阴极浆料均匀涂覆在铝箔的一边,得到第一阴极材料层;2) 将阴极活性材料NCM111 (D50为 $8.6\mu\text{m}$)、导电剂、PVDF按质量比为97:2:1加入溶剂N-甲基吡咯烷酮(NMP),在真空搅拌机作用下搅拌均匀获得阴极浆料,将阴极浆料均匀涂覆在铝箔的中间位置得到第三阴极材料层;3) 将阴极活性材料NCM111 (D50为 $5.2\mu\text{m}$)、导电剂、PVDF按质量比为97:2:1加入溶剂N-甲基吡咯烷酮(NMP),在真空搅拌机作用下搅拌均匀获得阴极浆料;将阴极浆料均匀涂覆在铝箔的另一边,得到第二阴极材料层;4) 将铝箔在室温晾干后转移至 90°C 烘箱干燥1h,然后经过冷压、分切得到具有斑马涂布结构的阴极片。其中,第一阴极材料层、第二阴极材料层和第三阴极材料层各占膜片宽度的 $1/3$,并涂覆在集流体(铝箔)的两面,且第一阴极活性材料层、第二阴极活性材料层和第三阴极活性材料层为矩形结构。

[0034] 阳极片制备

[0035] 将阳极活性材料石墨FSNC、增稠剂羧甲基纤维素钠(CMC)、粘结剂丁苯橡胶(SBR)、导电剂按照重量比95.5:1.2:1.8:1.5进行混合,加入溶剂去离子水,在真空搅拌机作用下搅拌均匀获得阳极浆料;将阳极浆料均匀涂覆在铜箔上;将铜箔在室温晾干后转移至 120°C 烘箱干燥1h,然后经过冷压、分切得到阳极片。

[0036] 电解液制备

[0037] 在含水量<10ppm的氩气气氛手套箱中,将充分干燥的锂盐 LiPF_6 溶解于有机溶剂中,混合均匀,获得电解液。其中, LiPF_6 的浓度为1M。其中有机溶剂为碳酸乙烯酯:碳酸丙烯酯:丙酸丙酯=1:1:1(体积比)的混合溶剂。

[0038] 锂离子电池的制备

[0039] 将阴极片、隔离膜、阳极片按顺序叠好,使隔离膜处于阴极片和阳极片之间起到隔离的作用,然后将阴极片和阳极片冷压,裁切,制成4060D0软包电池,并注入电解液,经过化成、老化、真空封口,制得锂离子电池。

[0040] 实施例2~11与实施例1基本相同,不同之处在于,各物质相关参数不同,具体参数如表1所示。

[0041] 实施例12~15与实施例1~11基本相同,不同之处在于,在实施例1~11的基础上增加了导电层,导电层形成于集流体铝箔上,其中导电剂与粘结剂的质量比为94:6。

[0042] 实施例16~19与实施例1~11基本相同,不同之处在于,在实施例1~11的基础上增加了功能材料层,功能材料层形成于集流体铝箔上。

[0043] 实施例20与实施例1~11基本相同,不同之处在于,在实施例1~11的基础上同时增加了导电层和功能材料层,导电层形成于集流体铝箔上,功能材料层形成于导电层上,其中导电剂与粘结剂的质量比为94:6。

[0044] 实施例21与实施例1~11基本相同,不同之处在于,在实施例1~11的基础上增加了导电层和功能材料层,功能材料层形成于集流体铝箔上,导电层形成于功能材料层上,其中导电剂与粘结剂的质量比为94:6。

[0045] 实施例1~21相关物质种类和参数如表1所示。

[0046] 实施例22

[0047] 阴极片制备

[0048] 将阴极活性材料NCM111、导电剂、PVDF按质量比为97:2:1加入溶剂N-甲基吡咯烷酮(NMP),在真空搅拌机作用下搅拌均匀获得阴极浆料,将阴极浆料均匀涂覆在铝箔上;将铝箔在室温晾干后转移至90℃烘箱干燥1h,然后经过冷压、分切得到阴极片。

[0049] 阳极片制备

[0050] 1)将阳极活性材料石墨CP5H(D50为5.5 μm)、增稠剂羧甲基纤维素钠(CMC)、导电剂按照重量比95.5:1.2:1.8进行混合,加入溶剂去离子水,在真空搅拌机作用下搅拌均匀,最后按照质量比为1.5加入粘结剂丁苯橡胶(SBR)搅拌获得阳极浆料;将阳极浆料均匀涂覆在铜箔的一边,得到第一阳极材料层;2)将阳极活性材料石墨CP7H(D50为7.8 μm)、增稠剂羧甲基纤维素钠(CMC)、粘结剂丁苯橡胶(SBR)、导电剂按照如上比例和方法搅拌均匀获得阳极浆料;将阳极浆料均匀涂覆在铜箔的中间位置得到第三阳极材料层;3)将阳极活性材料石墨CP5H(D50为5.5 μm)、增稠剂羧甲基纤维素钠(CMC)、粘结剂丁苯橡胶(SBR)、导电剂按照如上比例和方法搅拌均匀获得阳极浆料;将阳极浆料均匀涂覆在铜箔的另一边,得到第二阳极材料层;4)将铜箔在室温晾干后转移至120℃烘箱干燥1h,然后经过冷压、分切得到阳极。其中,第一阳极材料层、第二阳极材料层和第三阳极材料层各占膜片宽度的1/3,第一阳极材料层、第二阳极材料层和第三阳极材料层为矩形结构。

[0051] 电解液制备

[0052] 在含水量<10ppm的氩气气氛手套箱中,将充分干燥的锂盐 LiPF_6 溶解于有机溶剂

中,混合均匀,获得电解液。其中,LiPF₆的浓度为1M。其中有机溶剂为碳酸乙烯酯:碳酸丙烯酯:丙酸丙酯=1:1:1(体积比)的混合溶剂。

[0053] 锂离子电池的制备

[0054] 将阴极片、隔离膜、阳极片按顺序叠好,使隔离膜处于阴极片和阳极片之间起到隔离的作用,然后将阴极片和阳极片冷压,裁切,制成4060D0软包电池,并注入电解液,经过化成、老化、真空封口,制得锂离子电池。

[0055] 实施例23~26与实施例22基本相同,不同之处在于,各物质相关参数不同,具体参数如表2所示。

[0056] 实施例27

[0057] 实施例27阴极为实施例1的阴极,阳极为实施例22的阳极。

[0058] 实施例28

[0059] 实施例28阴极为实施例2的阴极,阳极为实施例23的阳极。

[0060] 实施例29

[0061] 实施例29阴极为实施例3的阴极,阳极为实施例24的阳极。

[0062] 实施例27~29阴极和阳极数据如表3所示。

[0063] 表1实施例1~21相关物质种类和参数

[0064]

	阴极											
	第一活性材料层			第三活性材料层			第二活性材料层			厚度/ μm	其他材料层	
	材料	D50/ μm	占膜片 宽度	材料	D50/ μm	占膜片 宽度	材料	D50 /μm	占膜片 宽度		导电层 (厚度/μm)	功能 材料层 (厚度/μm)
实施例 1	NCM111	5.2	1/3	NCM111	8.6	1/3	NCM111	5.2	1/3	20	/	/
实施例 2	NCM622	7.3	1/3	NCM622	11.4	1/3	NCM622	7.3	1/3	40	/	/
实施例 3	NCM523	6.4	1/3	NCM523	12.8	1/3	NCM523	6.4	1/3	55	/	/
实施例 4	LiCoO ₂	6.7	1/4	LiCoO ₂	8.9	1/2	LiCoO ₂	6.7	1/4	80	/	/
实施例 5	NCM111	5.2	1/3	NCM622	11.4	1/3	NCM523	5.2	1/3	75	/	/
实施例 5	LiMn ₂ O ₄	6.2	1/5	LiMn ₂ O ₄	9.4	3/5	LiMn ₂ O ₄	6.2	1/5	60	/	/
实施例 6	NCA(Ni80)	7.1	1/2	NCA(Ni80)	10.8	1/4	NCA(Ni80)	7.1	1/4	160	/	/
实施例 7	NCM111	5.2	1/4	NCA(Ni80)	8.6	1/4	LiCoO ₂	5.2	1/2	140	/	/
实施例 8	NCM111	5.2	1/3	NCM111	9.5	1/3	NCM622	7.3	1/3	55	/	/
	NCM622	7.3										
实施例 9	NCM111	6.4	3/8	NCM622	8.9	1/4	NCM622	6.2	3/8	80	/	/
				NCM523	9.0							
实施例 10	NCM523	5.7	1/5	NCM622	8.2	3/5	NCM111	5.9	1/5	100	/	/
							NCM622	5.5				
实施例 11	LiCoO ₂	7.0	1/4	NCM111	8.8	1/2	NCM523	6.6	1/4	120	/	/
	LiMn ₂ O ₄	6.2		NCM622	9.2							
实施例 12	NCM111	5.2	1/5	NCM111	8.6	3/5	NCM111	5.2	1/5	80	导电石墨 /0.5μm	/
实施例 13	NCM111	5.2	1/4	NCM111	8.6	1/2	NCM111	5.2	1/4	100	导电石墨 /5μm	/

[0065]

实施例14	NCM111	7.3	3/8	NCM111	11.4	1/4	NCM111	7.3	3/8	75	导电石墨 /10μm	/
实施例15	NCM111	5.2	1/3	NCM111	8.6	1/3	NCM111	5.2	1/3	55	导电石墨 /5μm 导电碳 /5μm	/
实施例16	NCM622	5.2	5/16	NCM622	8.6	3/8	NCM622	7.3	5/16	55	/	三氧化二铝 /0.5μm
实施例17	NCM622	7.3	1/3	NCM622	11.4	1/3	NCM622	7.3	1/3	60	/	三氧化二铝 /10μm
实施例18	NCM622	7.3	1/4	NCM622	11.4	1/2	NCM622	7.3	1/4	60	/	三氧化二铝 /5μm
实施例19	NCM523	6.4	1/3	NCM523	12.8	1/3	NCM523	6.4	1/3	80	/	羟基氧化铝 /2μm 三氧化二铝 /2μm
实施例20	NCM111	5.2	1/4	NCA(Ni80)	8.6	1/4	LiCoO ₂	5.2	1/2	100	导电石墨 /5μm	二氧化钛 /5μm 导电材料形成于铝箔 上, 功能材料形成于导 电层上
实施例21	NCM111	5.2	1/4	NCA(Ni80)	8.6	1/4	LiCoO ₂	5.2	1/2	60	导电石墨 /5μm	氧化镁 /5μm 功能材料形成于铝箔 上, 导电材料形成于功 能材料层上

[0066] 表2实施例22~26相关物质种类和参数

[0067]

	阳极											
	第一活性材料层			第三活性材料层			第二活性材料层			厚度 /μm	其他材料层	
	材料	D50/ μm	占膜片 宽度	材料	D50/ μm	占膜片 宽度	材料	D50 /μm	占膜片 宽度		导电层 (厚度/μm)	功能 材料层 (厚度/μm)
实施例22	石墨	5.5	1/3	石墨	8.8	1/3	石墨	5.5	1/3	20	/	/
实施例23	C/SnO ₂	8.1	1/3	C/SnO ₂	10.5	1/3	C/SnO ₂	8.1	1/3	40	/	/
实施例24	C/Si 复合物	6.4	1/3	C/Si 复合物	12.8	1/3	C/Si 复合物	6.4	1/3	55	/	/
实施例25	石墨	7.2	1/4	石墨	10.8	1/2	石墨	7.2	1/4	100	/	/
实施例26	C/SiO 复合物	5.2	1/3	C/SiO 复合物	11.4	1/3	C/SiO 复合物	5.2	1/3	200	/	/

[0068] 表3实施例27~29阴极和阳极

[0069]

	阴极	阳极
实施例27	实施例1阴极	实施例22阳极
实施例28	实施例2阴极	实施例23阳极
实施例29	实施例3阴极	实施例24阳极

[0070] 对比例1

[0071] 将阴极活性材料NCM111 (D50为5.2μm)、导电剂、PVDF按质量比为97:2:1加入溶剂N-甲基吡咯烷酮(NMP),在真空搅拌机作用下搅拌均匀获得阴极浆料,将阴极浆料均匀涂覆在铝箔的一边,得到小粒径阴极材料层;将阴极活性材料NCM111 (D50为8.6μm)、导电剂、PVDF按质量比为97:2:1加入溶剂N-甲基吡咯烷酮(NMP),在真空搅拌机作用下搅拌均匀获得阴极浆料,将阴极浆料均匀涂覆在铝箔的另一边,得到大粒径阴极材料层;将铝箔在室温晾干后转移至90℃烘箱干燥1h,然后经过冷压、分切得到一边是小粒径(D50为5.2μm)阴极材料,另一边是大粒径(D50为8.6μm)阴极材料的阴极片。其中,小粒径阴极材料与大粒径阴

极材料质量比为1:2,宽度、厚度与实施例1相同,并涂覆在集流体铝箔的两面。(其中小粒径阴极材料层指同一极片中材料粒径较小的材料层,大粒径阴极材料层是指材料粒径较大的材料层,是一种相互对比关系)。

[0072] 对比例2、3与对比例1基本相同,不同之处在于阴极材料的种类和粒径。

[0073] 对比例1~3相关物质种类和参数如表4所示。

[0074] 表4对比例1~3相关物质种类和参数

	小粒径材料	D50/ μm	大粒径材料	D50/ μm	小粒径/大粒径(质量比)	宽度、厚度
[0075] 对比例 1	NCM111	5.2	NCM111	8.6	1:2	宽度厚度与实施例 1 相同
对比例 2	NCM622	7.3	NCM622	11.4	1:2	宽度厚度与实施例 2 相同
对比例 3	NCM523	6.4	NCM523	12.8	1:2	宽度厚度与实施例 3 相同

[0076] 锂离子电池性能测试

[0077] 循环性能测试

[0078] 将实施例1~29制备得到的锂离子电池与对比例1~3制备得到的锂离子电池均分别按照下述方法进行测试:

[0079] 在一定温度下,将锂离子电池以0.5C恒流充电至4.2V,然后恒压充电至0.05C;然后用0.5C恒流放电至2.8V,如此充电/放电,将电池容量衰减至电池初始容量的80%,记录循环次数(15支电池,取其平均值),循环性能测试结果如表5所示。

[0080] 吸液测试

[0081] 将裸电芯悬挂在支架上,下方放电子秤,电子秤上放置容器,盛放电解液。将支架向下挪动,将裸电芯浸入电解液中(浸入深度为裸电芯高度的一半),记录电子秤的输出重量,绘制吸液量-时间曲线。待某一时间点后600s内吸液量变化 $\leq 0.1\text{g}$,即认为吸液结束,记录为吸液时间。吸液测试结果如表5所示。

[0082] 表5实施例1~29和对比例1~3性能测试结果

	吸液时间/s	循环周数(容量衰减至 80%)
[0083] 实施例 1	1310	2540
实施例 2	1330	2370
实施例 3	1250	2450
实施例 4	1390	2500
实施例 5	1370	2380
实施例 6	1260	2620
实施例 7	1290	2420
实施例 8	1320	2470
实施例 9	1340	2400
实施例 10	1290	2430
实施例 11	1310	2390
实施例 12	1240	2620
实施例 13	1220	2710
实施例 14	1300	2530
实施例 15	1290	2480
实施例 16	1180	2800
实施例 17	1200	2860
实施例 18	1230	2780
实施例 19	1210	2750
实施例 20	1190	2640
实施例 21	1200	2680
实施例 22	1260	2590
实施例 23	1310	2540
实施例 24	1270	2810
实施例 25	1300	2720
实施例 26	1250	2610
实施例 27	1260	2590
实施例 28	1240	2670
[0084] 实施例 29	1190	2720
对比例 1	1490	2230
对比例 2	1540	1920
对比例 3	1450	2380

[0085] 从表5可以看出,相比于对比例1~3,实施例1~11阴极采用斑马涂布工艺的阴极,中间的材料粒径大于两边的材料的粒径,阳极为普通的阳极,所得裸电芯的吸液速率明显加快,吸液结束后最低只需1250s,所得锂离子电池循环寿命均呈现较大提升,当容量衰减至80%时,最高循环次数可高达2620次。

[0086] 实施例12~19在实施例1~11的基础上增加了导电层或功能材料层,吸液速率明显加快,吸液结束后最低只需1180s,当容量衰减至80%时,最高循环次数可高达2860次。

[0087] 实施例20、21在实施例1~11的基础上同时增加了导电层和功能材料层,吸液速率明显加快,吸液结束后最低只需1190s,当容量衰减至80%时,最高循环次数可高达2680次。

[0088] 实施例22~26阳极采用斑马涂布工艺的阳极,中间的材料粒径大于两边的材料的粒径,阴极为普通的阴极,所得裸电芯的吸液速率也明显加快,吸液结束后最低只需1250s,所得锂离子电池循环寿命均呈现较大提升,当容量衰减至80%时,最高循环次数可高达2720次。

[0089] 实施例27的阴极为实施例1的斑马涂布工艺的阴极,阳极为实施例22的斑马涂布工艺的阳极。吸液结束时,裸电芯吸液时间只需1260s,当容量衰减至80%时,锂离子电池的循环次数最高可达2590次。

[0090] 实施例28的阴极为实施例2的斑马涂布工艺的阴极,阳极为实施例23的斑马涂布工艺的阳极。吸液结束时,裸电芯吸液时间只需1240s,当容量衰减至80%时,锂离子电池的循环次数最高可达2670次。

[0091] 实施例29的阴极为实施例3的斑马涂布工艺的阴极,阳极为实施例24的斑马涂布工艺的阳极。吸液结束时,裸电芯吸液时间只需1190s,当容量衰减至80%时,锂离子电池的循环次数最高可达2720次。

[0092] 综上所述,这是因为实施例1~29的至少一种极片(阴极片和/或阳极片)采用斑马涂布结构,中间通过设置粒径较大的材料,相比设置粒径较小的材料,由于大粒径材料之间间隙较大,孔道更多,比表面积更低,提高了中间区域的吸液速率与保液能力,降低了中间区域的副反应,由此使得电池的长期循环寿命有了显著提高。

[0093] 相对于现有技术,本发明锂离子电池及其极片具有以下技术效果:

[0094] 1) 通过在极片两边区域涂布粒径较小的活性材料,在中间区域涂布粒径较大的活性材料,由于大颗粒之间间隙较大,孔道更多,可以提升极片电解液浸润速率,有利于电池的快速吸液;

[0095] 2) 针对电池温度中间高两边低的特点,通过在中间区域涂布粒径较大的活性材料,由于大颗粒物质比表面积更低,副反应更少,有利于电池的长期循环性能;

[0096] 3) 提高了极片的热稳定性与长期稳定性,提升了电池的制造效率与安全性能。

[0097] 根据上述原理,本发明还可以对上述实施方式进行适当的变更和修改。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。

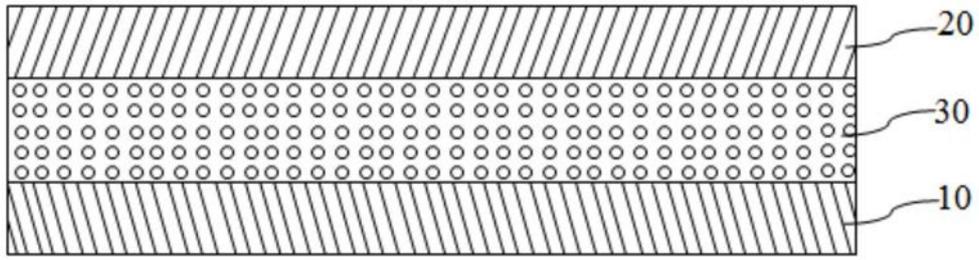


图1