



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114927641 A

(43) 申请公布日 2022.08.19

(21) 申请号 202210777147.6

(22) 申请日 2022.06.30

(71) 申请人 蜂巢能源科技股份有限公司

地址 213200 江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号

(72) 发明人 娄帅宾 刘浩 姚洋洋 刘静  
杨红新

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

专利代理师 周雷

(51) Int. Cl.

H01M 4/131 (2010.01)

H01M 4/1391 (2010.01)

H01M 4/48 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

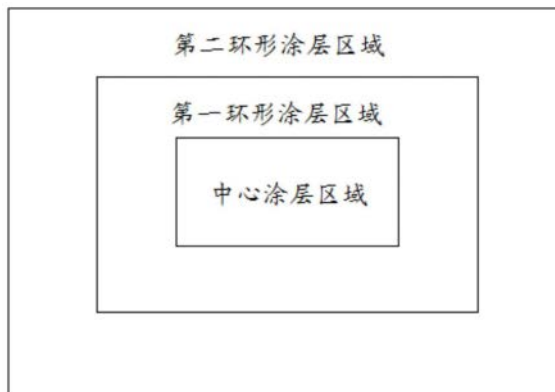
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

负极片及其制备方法与锂离子电池

(57) 摘要

本发明涉及锂离子电池技术领域,具体涉及一种负极片及其制备方法与锂离子电池。本发明提供的负极片,包括集流体以及涂覆在所述集流体至少一个表面上的负极材料涂层,所述负极材料涂层中含有硅基负极材料,沿集流体涂覆面中心至四周的方向,所述负极材料涂层中所述硅基负极材料的含量逐渐降低。本发明的负极片能够有效减少硬壳锂离子电池壳体边缘棱角处产生的黑斑数量,缓解电池在使用过程中的鼓胀现象,有效延长硬壳锂离子电池的使用寿命,提升电池的安全性能。



1. 一种负极片,其特征在於,包括集流体以及涂覆在所述集流体至少一个表面上的负极材料涂层,所述负极材料涂层中含有硅基负极材料,沿集流体涂覆面中心至四周的方向,所述负极材料涂层中所述硅基负极材料的含量逐渐降低。

2. 根据权利要求1所述的负极片,其特征在於,所述负极材料涂层包括多个涂层区域,所述多个涂层区域包括位于所述集流体涂覆面中心的中心涂层区域,以及沿所述集流体涂覆面中心至四周的方向顺次环绕在所述中心涂层区域周围的至少一个环形涂层区域;

可选的,所述中心涂层区域的边缘与相邻环形涂层区域的边缘互相接触,和/或任意两个相邻环形涂层区域的边缘互相接触。

3. 根据权利要求2所述的负极片,其特征在於,沿集流体涂覆面中心至四周的方向,各涂层区域中所述硅基负极材料的含量呈梯度降低。

4. 根据权利要求3所述的负极片,其特征在於,针对任意两个相邻的所述涂层区域,靠近集流体涂覆面中心的所述涂层区域中含有第一含量的所述硅基负极材料,远离集流体涂覆面中心的所述涂层区域中含有第二含量的所述硅基负极材料,其中,所述第二含量占所述第一含量的百分比为40%~60%;

可选的,所述第二含量占所述第一含量的百分比为50%。

5. 根据权利要求4所述的负极片,其特征在於,所述中心涂层区域中所述硅基负极材料的重量百分含量为10%~50%,距离所述中心涂层区域最远的所述环形涂层区域中所述硅基负极材料的重量百分含量为0%~20%。

6. 根据权利要求2所述的负极片,其特征在於,

所述负极材料涂层的厚度为70 $\mu\text{m}$ ~150 $\mu\text{m}$ ;

各所述涂层区域的宽度为1mm~60mm,优选为3mm~60mm。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的负极片,其特征在於,所述集流体选自铜箔、铝箔和PET复合集流体中的任一种;

可选的,所述集流体的厚度为4.5 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$ ;

可选的,所述负极材料涂层中还含有非硅基负极活性物质、导电剂和粘结剂,所述非硅基负极活性物质选自石墨、中间相碳微球、硬碳和软碳中的至少一种,所述导电剂选自导电炭黑、碳纳米管、导电石墨、石墨烯和科琴黑中的至少一种,所述粘结剂选自羧甲基纤维素钠、丁苯橡胶、聚丙烯酸、聚丙烯腈和聚丙烯酸酯中的至少一种;

可选的,以所述负极材料涂层的总重量为基准,所述硅基负极材料的重量百分含量为2.5-18wt%,所述非硅基负极活性物质的重量百分含量为77-93wt%,所述导电剂的重量百分含量为0.5-2wt%,所述粘结剂的重量百分含量为1-5wt%;

可选的,所述硅基负极材料选自氧化亚硅、纳米硅和硅碳中的至少一种。

8. 一种制备权利要求1~7中任一项所述的负极片的方法,其特征在於,包括:在集流体的至少一个表面上涂覆负极材料浆料,其中,所述负极材料浆料中含有硅基负极材料,沿集流体涂覆面中心至四周的涂覆方向,所述负极材料浆料中所述硅基负极材料的含量逐渐降低。

9. 权利要求8所述的方法,其特征在於,包括如下操作:

(1) 在集流体的至少一个表面上涂覆至少两份负极材料浆料,其中一份负极材料浆料涂覆于集流体涂覆面的中心,其余负极材料浆料沿集流体涂覆面中心至四周的方向顺次环

绕涂覆在中心处负极材料浆料的周围；

其中，沿集流体涂覆面中心至四周的涂覆顺序，各份负极材料浆料中所述硅基负极材料的含量呈梯度降低；

(2) 对涂覆有负极材料浆料的集流体进行干燥；

可选的，各份负极材料浆料的固含量为40%~60%。

10. 一种锂离子电池，其特征在于，包括权利要求1~7中任一项所述的负极片。

## 负极片及其制备方法与锂离子电池

### 技术领域

[0001] 本发明涉及锂离子电池技术领域,具体涉及一种负极片及其制备方法与锂离子电池。

### 背景技术

[0002] 随着化石燃料的日渐消耗以及环境污染的日益严重,新能源汽车越来越受到人们的关注,锂离子电池作为新能源汽车的动力来源,是影响新能源汽车性能的重要因素之一。

[0003] 锂离子电池由正极片、负极片、隔膜、电解液等部分组成,其中,负极片作为锂离子电池的重要组成部分之一,对锂离子电池的性能影响十分重要。目前锂电池负极片主要由石墨、硅粉、导电剂、粘结剂等组成,在生产过程中通过将上述材料按照一定比例加入溶剂中,经高速搅拌混合为浆料,然后均匀涂覆在集流体上,再经干燥制成负极片。

[0004] 随着锂离子电池技术的发展,人们对锂离子电池电芯的能量密度的要求也越来越高,在负极片中加入硅基负极材料可显著提升锂离子电池电芯的能量密度。然而,本发明的发明人发现,当硅基负极材料用于硬壳锂离子电池时,壳体边缘棱角处容易产生黑斑,黑斑会逐渐向壳体中部扩散,使得壳体逐渐受到破坏,最终导致硬壳锂离子电池的使用寿命显著缩短。

### 发明内容

[0005] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的含有硅基负极材料的硬壳锂离子电池的壳体边缘棱角处易产生黑斑,导致硬壳锂离子电池的使用寿命显著缩短的缺陷,从而提供一种负极片及其制备方法与锂离子电池。

[0006] 本发明的发明人发现,含有硅基负极材料的硬壳锂离子电池的壳体边缘棱角处易产生黑斑的原因在于,硅基负极材料在充放电过程中容易发生大幅度膨胀,而硬壳锂离子电池的壳体边缘棱角处的延展性较差,不易随着硅基负极材料的膨胀而发生形变,导致这部分壳体及内部的电池组件在硅基负极材料膨胀时受力较大,最终导致电池内部的电解液被挤出,进而产生黑斑。

[0007] 为此,本发明提供一种负极片,包括集流体以及涂覆在所述集流体至少一个表面上的负极材料涂层,所述负极材料涂层中含有硅基负极材料,沿集流体涂覆面中心至四周的方向,所述负极材料涂层中所述硅基负极材料的含量逐渐降低。

[0008] 可选的,所述负极材料涂层包括多个涂层区域,所述多个涂层区域包括位于所述集流体涂覆面中心的中心涂层区域,以及沿所述集流体涂覆面中心至四周的方向顺次环绕在所述中心涂层区域周围的至少一个环形涂层区域;

[0009] 可选的,所述环形涂层区域的形状为圆形或者方形;

[0010] 可选的,所述中心涂层区域的边缘与相邻环形涂层区域的边缘互相接触,和/或任意两个相邻环形涂层区域的边缘互相接触。

[0011] 可选的,沿集流体涂覆面中心至四周的方向,各涂层区域中所述硅基负极材料的

含量呈梯度降低。

[0012] 可选的,针对任意两个相邻的所述涂层区域,靠近集流体涂覆面中心的所述涂层区域中含有第一含量的所述硅基负极材料,远离集流体涂覆面中心的所述涂层区域中含有第二含量的所述硅基负极材料,其中,所述第二含量占所述第一含量的百分比为40%~60%。例如,所述第二含量占所述第一含量的百分比可以为40%、45%、50%、55%或60%。

[0013] 以三个涂层区域为例,靠近中心涂层区域的环形涂层区域为第一环形涂层区域,远离中心涂层区域的环形涂层区域为第二环形涂层区域,第二环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的40-60%,第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为中心涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的40-60%。

[0014] 优选的,所述第二含量占所述第一含量的百分比为50%。示例性的,所述第一含量和所述第二含量可以是重量百分含量。

[0015] 可选的,所述中心涂层区域中所述硅基负极材料的重量百分含量为10%~50%,距离所述中心涂层区域最远的所述环形涂层区域中所述硅基负极材料的重量百分含量为0%~20%。

[0016] 可选的,所述负极材料涂层的厚度为70 $\mu\text{m}$ ~150 $\mu\text{m}$ ,优选为100 $\mu\text{m}$ ~120 $\mu\text{m}$ 。

[0017] 各所述涂层区域的宽度为1mm~60mm,优选为3mm~60mm。例如,各所述涂层区域的宽度可以为3mm、4mm、5mm、6mm、7mm、8mm、9mm、10mm、15mm、20mm、25mm、30mm、35mm、40mm、45mm、50mm或55mm。

[0018] 可选的,所述集流体选自铜箔、铝箔和PET复合集流体中的任一种。示例性的,所述PET复合集流体可以是PET复合铜箔或者PET复合铝箔。

[0019] 可选的,所述集流体的厚度为4.5 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$ 。例如,所述集流体的厚度可以为5 $\mu\text{m}$ 、5.5 $\mu\text{m}$ 、6 $\mu\text{m}$ 、6.5 $\mu\text{m}$ 、7 $\mu\text{m}$ 、7.5 $\mu\text{m}$ 、8 $\mu\text{m}$ 、8.5 $\mu\text{m}$ 、9 $\mu\text{m}$ 或9.5 $\mu\text{m}$ 。

[0020] 示例性的,所述集流体可以是厚度为4.5 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$ 的铜箔。

[0021] 可选的,所述负极材料涂层中还含有非硅基负极活性物质、导电剂和粘结剂,所述非硅基负极活性物质选自石墨、中间相碳微球、硬碳和软碳中的至少一种,所述导电剂选自导电炭黑、碳纳米管、导电石墨、石墨烯和科琴黑中的至少一种,所述粘结剂选自羧甲基纤维素钠、丁苯橡胶、聚丙烯酸、聚丙烯腈和聚丙烯酸酯中的至少一种。导电石墨例如可以是KS-6。

[0022] 可选的,以所述负极材料涂层的总重量为基准,所述硅基负极材料的重量百分含量为2.5-18wt%,所述非硅基负极活性物质的重量百分含量为77-93wt%,所述导电剂的重量百分含量为0.5-2wt%,所述粘结剂的重量百分含量为1-5wt%。

[0023] 示例性的,所述非硅基负极活性物质可以是石墨,所述石墨可以选自人造石墨和/或天然石墨。所述导电剂可以为导电炭黑,所述导电炭黑可以选自Super PLI和/或超导炭黑。

[0024] 可选的,所述非硅基负极活性物质的粒径D50为5 $\mu\text{m}$ ~20 $\mu\text{m}$ ,比表面积为0.5m<sup>2</sup>/g~4m<sup>2</sup>/g。

[0025] 可选的,所述硅基负极材料选自氧化亚硅、纳米硅和硅碳中的至少一种。示例性的,所述硅基负极材料可以为氧化亚硅。

[0026] 可选的,所述硅基负极材料的粒径D50为 $0.2\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ ,比表面积为 $0.5\text{m}^2/\text{g}\sim 40\text{m}^2/\text{g}$ 。

[0027] 本发明还提供了一种制备上述所述的负极片的方法,包括:在集流体的至少一个表面上涂覆负极材料浆料,其中,所述负极材料浆料中含有硅基负极材料,沿集流体涂覆面中心至四周的涂覆方向,所述负极材料浆料中所述硅基负极材料的含量逐渐降低。

[0028] 可选的,所述方法包括如下操作:

[0029] (1) 在集流体的至少一个表面上涂覆至少两份负极材料浆料,其中一份负极材料浆料涂覆于集流体涂覆面的中心,其余负极材料浆料沿集流体涂覆面中心至四周的方向顺次环绕涂覆在中心处负极材料浆料的周围;

[0030] 其中,沿集流体涂覆面中心至四周的涂覆顺序,各份负极材料浆料中所述硅基负极材料的含量呈梯度降低;

[0031] (2) 对涂覆有负极材料浆料的集流体进行干燥。

[0032] 可选的,各份负极材料浆料的固含量为 $40\%\sim 60\%$ 。

[0033] 可选的,各份负极材料浆料的粘度为 $2000\sim 7000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。示例性的,各份负极材料浆料的固含量可以为 $41\%、42\%、43\%、44\%、45\%、46\%、47\%、48\%、49\%、50\%、51\%、52\%、53\%、54\%、55\%、56\%、57\%、58\%$ 或 $59\%$ ,粘度可以为 $2500\text{mPa}\cdot\text{s}、3000\text{mPa}\cdot\text{s}、3500\text{mPa}\cdot\text{s}、4000\text{mPa}\cdot\text{s}、4500\text{mPa}\cdot\text{s}、5000\text{mPa}\cdot\text{s}、5500\text{mPa}\cdot\text{s}、6000\text{mPa}\cdot\text{s}、6500\text{mPa}\cdot\text{s}$ 或 $6800\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

[0034] 本发明还提供了一种锂离子电池,包括上述任一项所述的负极片。

[0035] 可选的,所述锂离子电池可以为硬壳锂离子电池。所述锂离子电池还可以包括正极片、隔膜和电解液,其中,正极片中含有的正极活性物质可以选自镍钴锰三元正极材料、磷酸铁锂和锰酸锂中的至少一种。

[0036] 本发明技术方案,具有如下优点:

[0037] 1. 本发明提供的负极片,包括集流体以及涂覆在所述集流体至少一个表面上的负极材料涂层,所述负极材料涂层中含有硅基负极材料,沿集流体涂覆面中心至四周的方向,所述负极材料涂层中所述硅基负极材料的含量逐渐降低。由于该负极片具有中部硅基负极材料含量高,而边缘硅基负极材料含量低的特点,因此,在充放电的过程中,该负极片的中部膨胀程度大而边缘的膨胀程度小,这与硬壳锂离子电池边缘棱角处壳体不易形变而中部壳体易形变的特性相协调,从而能够增加电池组件在硅基负极材料膨胀时的受力均一性,维持电池内部电解液的分散均一性,避免边缘棱角处壳体因受力较大而导致电解液挤出。因此,本发明的负极片能够有效减少硬壳锂离子电池壳体边缘棱角处产生的黑斑数量,缓解电池在使用过程中的鼓胀现象,有效延长硬壳锂离子电池的使用寿命,提升电池的安全性。

[0038] 2. 本发明提供的负极片,包括多个涂层区域,沿集流体涂覆面中心至四周的方向,各涂层区域中所述硅基负极材料的含量呈梯度降低,各涂层区域具有适宜的宽度和厚度,各涂层区域中硅基负极材料的含量梯度适宜,使得该负极片的膨胀特性能够更好地协同电池壳体的受力形变特性,更有利于确保电池的正常运行,并延长电池使用寿命,提升电池安全性。

### 附图说明

[0039] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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。

[0040] 图1是本发明实施例1制备的负极片的结构示意图。

### 具体实施方式

[0041] 提供下述实施例是为了更好地进一步理解本发明,并不局限于所述最佳实施方式,不对本发明的内容和保护范围构成限制,任何人在本发明的启示下或是将本发明与其他现有技术的特征进行组合而得出的任何与本发明相同或相近似的产品,均落在本发明的保护范围之内。

[0042] 实施例中未注明具体实验步骤或条件者,按照本领域内的文献所描述的常规实验步骤的操作或条件即可进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市购获得的常规试剂产品。

[0043] 实施例1

[0044] 本实施例提供一种负极片,由如下方法制备:

[0045] (1) 按照表1的用量,取硅基负极材料(氧化亚硅)、非硅基负极活性物质(人造石墨)、导电剂(导电炭黑Super PLI及碳纳米管CNT)、粘结剂(羧甲基纤维素钠、丁苯橡胶)和溶剂(水),通过高速搅拌制备负极材料浆料1~3;

[0046] 表1实施例1中负极材料浆料1~3各组分用量

负极材料浆料	1	2	3
氧化亚硅, g	3.857	7.714	15.429
人造石墨, g	91.143	87.286	79.571
Super PLI, g	1	1	1
CNT, g	0.5	0.5	0.5
羧甲基纤维素钠, g	0.5	0.5	0.5
丁苯橡胶, g	3	3	3
水, g	150	150	150
氧化亚硅在固料中的含量, wt%	3.86%	7.71%	15.43%

[0047] [0048] (2) 取110mm×90mm×6μm的铜箔作为集流体,取负极材料浆料3涂覆在所述集流体一个表面中心处30mm×10mm的方形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为9.16mg/cm<sup>2</sup>;

[0049] (3) 取负极材料浆料2紧密环绕涂覆在操作(2)中方形区域周围20mm宽的环形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为8.26mg/cm<sup>2</sup>;

[0050] (4) 取负极材料浆料1紧密环绕涂覆在操作(3)中环形区域周围20mm宽的环形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为6.91mg/cm<sup>2</sup>;

[0051] (5) 重复操作(2)~(4),将负极材料浆料1~3涂覆在所述集流体另一个表面上,得

到涂覆有负极材料浆料的集流体；

[0052] (6) 将操作(5)得到的涂覆有负极材料浆料的集流体于80℃下鼓风烘烤12h,烘烤结束后进行辊压,使得负极材料涂层的厚度为115μm,得负极片。

[0053] 本实施例制备得到的负极片如图1所示,包括集流体以及涂覆在集流体两个表面上的负极材料涂层,负极材料涂层中含有硅基负极材料;负极材料涂层包括3个涂层区域,涂层区域包括位于集流体涂覆面中心的中心涂层区域,以及沿集流体涂覆面中心至四周的方向顺次环绕在中心涂层区域周围的第一环形涂层区域(靠近中心涂层区域的环形涂层区域)和第二环形涂层区域(远离中心涂层区域的环形涂层区域);第二环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的50%,第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为中心涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的50%。

[0054] 实施例2

[0055] 本实施例提供一种负极片,由如下方法制备:

[0056] (1) 按照表2的用量,取硅基负极材料(氧化亚硅)、非硅基负极活性物质(人造石墨)、导电剂(导电炭黑Super PLI及碳纳米管CNT)、粘结剂(羧甲基纤维素钠、丁苯橡胶)和溶剂(水),通过高速搅拌制备负极材料浆料1~3;

[0057] 表2实施例2中负极材料浆料1~3各组分用量

	负极材料浆料	1	2	3
[0058]	氧化亚硅, g	2.769	6.923	17.308
	人造石墨, g	92.231	88.077	77.692
	Super PLI, g	1	1	1
	CNT, g	0.5	0.5	0.5
	羧甲基纤维素钠, g	0.5	0.5	0.5
[0059]	丁苯橡胶, g	3	3	3
	水, g	150	150	150
	氧化亚硅在固料中的含量, wt%	2.77%	6.92%	17.3%

[0060] (2) 取110mm×90mm×6μm的铜箔作为集流体,取负极材料浆料3涂覆在所述集流体一个表面中心处30mm×10mm的方形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为9.45mg/cm<sup>2</sup>;

[0061] (3) 取负极材料浆料2紧密环绕涂覆在操作(2)中方形区域周围20mm宽的环形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为8.43mg/cm<sup>2</sup>;

[0062] (4) 取负极材料浆料1紧密环绕涂覆在操作(3)中环形区域周围20mm宽的环形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为6.64mg/cm<sup>2</sup>;

[0063] (5) 重复操作(2)~(4),将负极材料浆料1~3依次涂覆在所述集流体另一个表面上,得到涂覆有负极材料浆料的集流体;

[0064] (6) 将操作(5)得到的涂覆有负极材料浆料的集流体于80℃下鼓风烘烤12h,烘烤结束后进行辊压,使得负极材料涂层的厚度为118μm,得负极片。

[0065] 本实施例制备得到的负极片包括集流体以及涂覆在集流体两个表面上的负极材



料涂层,负极材料涂层中含有硅基负极材料;负极材料涂层包括3个涂层区域,涂层区域包括位于集流体涂覆面中心的中心涂层区域,以及沿集流体涂覆面中心至四周的方向顺次环绕在中心涂层区域周围的第一环形涂层区域(靠近中心涂层区域的环形涂层区域)和第二环形涂层区域(远离中心涂层区域的环形涂层区域);第二环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的40%,第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为中心涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的40%。

[0066] 实施例3

[0067] 本实施例提供一种负极片,由如下方法制备:

[0068] (1) 按照表3的用量,取硅基负极材料(氧化亚硅)、非硅基负极活性物质(人造石墨)、导电剂(导电炭黑Super PLI及碳纳米管CNT)、粘结剂(羧甲基纤维素钠、丁苯橡胶)和溶剂(水),通过高速搅拌制备负极材料浆料1~3;

[0069] 表3实施例3中负极材料浆料1~3各组分用量

负极材料浆料	1	2	3
氧化亚硅, g	4.954	8.273	13.772
人造石墨, g	90.046	86.727	81.228
Super PLI, g	1	1	1
CNT, g	0.5	0.5	0.5
羧甲基纤维素钠, g	0.5	0.5	0.5
丁苯橡胶, g	3	3	3
水, g	150	150	150
氧化亚硅在固料中的含量, wt%	4.95%	8.27%	13.77%

[0070] (2) 取110mm×90mm×6μm的铜箔作为集流体,取负极材料浆料3涂覆在所述集流体一个表面中心处30mm×10mm的方形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为8.88mg/cm<sup>2</sup>;

[0072] (3) 取负极材料浆料2紧密环绕涂覆在操作(2)中方形区域周围20mm宽的环形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为8.15mg/cm<sup>2</sup>;

[0073] (4) 取负极材料浆料1紧密环绕涂覆在操作(3)中环形区域周围20mm宽的环形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为7.16mg/cm<sup>2</sup>;

[0074] (5) 重复操作(2)~(4),将负极材料浆料1~3依次涂覆在所述集流体另一个表面上,得到涂覆有负极材料浆料的集流体;

[0075] (6) 将操作(5)得到的涂覆有负极材料浆料的集流体于80℃下鼓风烘烤12h,烘烤结束后进行辊压,使得负极材料涂层的厚度为112μm,得负极片。

[0076] 本实施例制备得到的负极片包括集流体以及涂覆在集流体两个表面上的负极材料涂层,负极材料涂层中含有硅基负极材料;负极材料涂层包括3个涂层区域,涂层区域包括位于集流体涂覆面中心的中心涂层区域,以及沿集流体涂覆面中心至四周的方向顺次环绕在中心涂层区域周围的第一环形涂层区域(靠近中心涂层区域的环形涂层区域)和第二环形涂层区域(远离中心涂层区域的环形涂层区域);第二环形涂层区域中硅基负极材料的

重量百分含量为第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的60%，第一环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为中心涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的60%。

[0077] 实施例4

[0078] 本实施例提供一种负极片,由如下方法制备:

[0079] (1) 按照表4的用量,取硅基负极材料(氧化亚硅)、非硅基负极活性物质(人造石墨)、导电剂(导电炭黑Super PLI及碳纳米管CNT)、粘结剂(羧甲基纤维素钠、丁苯橡胶)和溶剂(水),通过高速搅拌制备负极材料浆料1和2;

[0080] 表4实施例4中负极材料浆料1和2各组分用量

负极材料浆料	1	2
氧化亚硅, g	6	12
人造石墨, g	89	83
Super PLI, g	1	1
CNT, g	0.5	0.5
羧甲基纤维素钠, g	0.5	0.5
丁苯橡胶, g	3	3
水, g	150	150
氧化亚硅在固料中的含量, wt%	6.00%	12.00%

[0082] (2) 取110mm×90mm×6μm的铜箔作为集流体,取负极材料浆料2涂覆在所述集流体一个表面中心处50mm×30mm的方形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为8.64mg/cm<sup>2</sup>;

[0083] (3) 取负极材料浆料1紧密环绕涂覆在操作(2)中方形区域周围30mm宽的环形区域内,浆料中固料的涂覆面密度为7.45mg/cm<sup>2</sup>;

[0084] (4) 重复操作(2)~(3),将负极材料浆料1~2依次涂覆在所述集流体另一个表面上,得到涂覆有负极材料浆料的集流体;

[0085] (5) 将操作(4)得到的涂覆有负极材料浆料的集流体于80℃下鼓风烘烤12h,烘烤结束后进行辊压,使得负极材料涂层的厚度为110μm,得负极片。

[0086] 本实施例制备得到的负极片包括集流体以及涂覆在集流体两个表面上的负极材料涂层,负极材料涂层中含有硅基负极材料;负极材料涂层包括2个涂层区域,涂层区域包括位于集流体涂覆面中心的中心涂层区域,环绕在中心涂层区域周围的1个环形涂层区域;环形涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量为中心涂层区域中硅基负极材料的重量百分含量的50%。

[0087] 对比例

[0088] 本对比例提供一种负极片,由如下方法制备:

[0089] (1) 取氧化亚硅9g、人造石墨86g、导电炭黑Super PLI 1g、碳纳米管CNT0.5g、羧甲基纤维素钠0.5g、丁苯橡胶3g和水150g,通过高速搅拌制备负极材料浆料;

[0090] (2) 取110mm×90mm×6μm的铜箔作为集流体,取操作(1)中得到的负极材料浆料涂覆在所述集流体的两个表面上,浆料中固料的涂覆面密度为8.0mg/cm<sup>2</sup>,得到涂覆有负极材

料浆料的集流体；

[0091] (3) 将操作 (2) 得到的涂覆有负极材料浆料的集流体于 80℃ 下鼓风烘烤 12h, 烘烤结束后进行辊压, 使得负极材料涂层的厚度为 110μm, 得负极片。

[0092] 实验例

[0093] 分别利用实施例 1-4 以及对比例制备的负极片制备锂离子电池, 制备方法如下:

[0094] 取高镍正极材料 Ni83, 按照 Ni83:Super PLI:CNT:PVDF=96.0:1.5:1.0:1.5 的重量比匀浆后, 按照浆料中固料的涂覆面密度 19.4mg/cm<sup>2</sup> 涂覆铝箔 (12μm), 烘烤结束后进行辊压, 使得正极材料涂层的厚度为 123μm, 模切为 105mm×85mm 的正极极片, 以 9μmPE 极膜+3μm 氧化铝陶瓷层为隔膜, 采用高镍硅基电解液 (厂家: 广州天赐高新材料股份有限公司, 型号: TC-E8634-F2TC-E8634-F2), 与上述实施例负极分别组装, 做成方壳电池。

[0095] 对上述制备的各锂离子电池进行容量保持率测试, 测试条件为: 25℃, 1C 充电至 4.2V, 转恒压充电至 0.05C, 1C 放电至 2.5V, 100%DOD 循环。测试结果如表 5 所示。

[0096] 表 5 各锂离子电池的容量保持率测试结果

	容量保持率, %				
	200 周	400 周	600 周	800 周	1000 周
实施例 1	98.3	96.9	94.2	92.1	90.8
[0097] 实施例 2	98.6	96.5	93.7	91.6	88.7
实施例 3	98.2	96.1	93.0	90.8	87.2
实施例 4	98.5	95.9	92.8	89.1	85.3
对比例 1	98.1	95.7	92.5	86.3	80.6

[0098] 显然, 上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例, 而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说, 在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

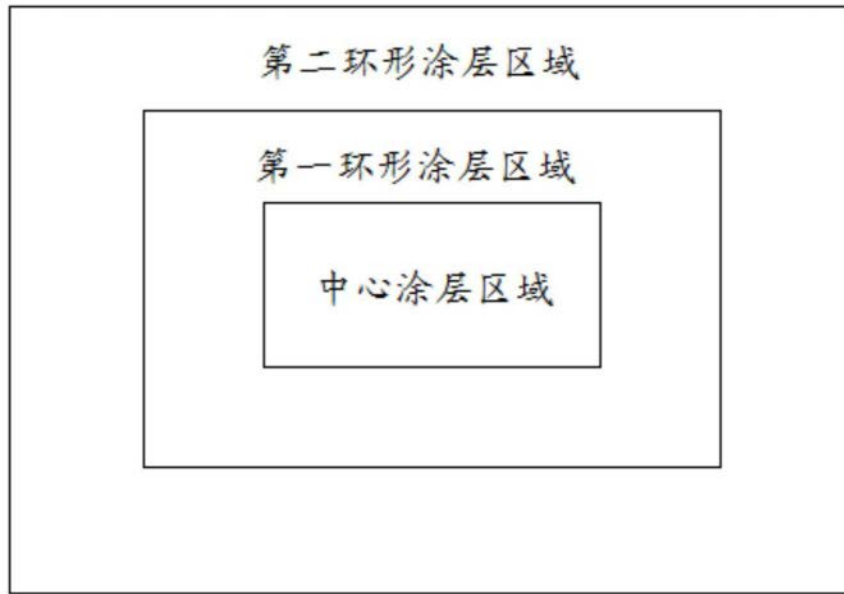


图1