



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110021736 A

(43)申请公布日 2019.07.16

(21)申请号 201910345181.4

(22)申请日 2019.04.26

(71)申请人 湖北金泉新材料有限责任公司

地址 448000 湖北省荆门市荆门高新区荆南大道68号

(72)发明人 张亦弛 魏成卓 杜双龙 阳伟强  
吕正中 刘金成

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司  
11332

代理人 巩克栋

(51)Int.Cl.

H01M 4/139(2010.01)

H01M 4/64(2006.01)

H01M 10/0525(2010.01)

H01M 10/058(2010.01)

权利要求书2页 说明书8页

(54)发明名称

一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法

(57)摘要

本发明涉及一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法,6~8 μm集流体依次进行涂布、碾压和模切制备电极极片,通过对涂布过程的张力调整、碾压过程的过辊角度的调整和模切过程中主牵引辊的辊缝调整,降低集流体起皱。本发明通过调控涂布、碾压和模切过程的工艺,可以在6~8 μm集流体上,防止集流体起皱的前提下,稳定的生产极片,进而提高了电池的能量密度和成品率。本发明所述正负极主材都在该材料的极限压实范围内,在保证极片的加工性能的同时,提高了电池内部空间利用率,从而提升电池能量密度。本发明通过引入轻量化设计的结构件,在满足电池安全性能的同时减轻了电池的重量,提升了能量密度。

1. 一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法,其特征在于,对6~8 $\mu\text{m}$ 厚的负极集流体依次进行涂布、碾压和模切制备电极负极片,通过对涂布过程的张力调整、碾压过程的过辊角度的调整和模切过程中主牵引辊的辊缝调整降低集流体起皱。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述集流体为负极集流体;

优选地,所述负极集流体为铜箔;

优选地,所述涂布过程的张力为100~200N;

优选地,所述碾压过程过辊角度为30°~45°;

优选地,所述模切过程中主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,制备电极负极片过程中,采用的浆料为负极浆料;

优选地,所述负极浆料包括负极活性物质;

优选地,所述负极浆料还包括导电剂、粘结剂和溶剂中的任意一种或至少两种的组合;

优选地,所述负极活性物质的压实密度为1.60~1.75g/cm<sup>3</sup>;

优选地,所述负极活性物质包括石墨;

优选地,所述石墨的D50为10~16 $\mu\text{m}$ ;

优选地,所述导电剂为导电炭黑;

优选地,所述负极浆料的粘度为3000~5000mPa.s。

4. 如权利要求1-3之一所述的方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

(1) 将石墨、粘结剂和溶剂混合制成粘度为3000~5000mPa.s的负极浆料,所述石墨的D50为10~16 $\mu\text{m}$ ,压实密度为1.60~1.75g/cm<sup>3</sup>;

(2) 将所述负极浆料涂布在6~8 $\mu\text{m}$ 厚的铜箔上,所述涂布过程的张力为100~200N,烘干,过辊角度为30°~45°的碾压,得到碾压后的负极片;

(3) 将所述碾压后的极片模切,所述模切过程中主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%,分条,得到负极极片。

5. 一种电极极片,其特征在于,所述电极极片通过权利要求1-4之一所述的方法制备得到;

优选地,所述电极极片为负极极片。

6. 一种电池的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括如下步骤:采用权利要求5所述电极极片作为负极极片,与正极极片、隔膜、电解液和盖板组装成电池;

优选地,所述正极极片的制备过程包括:在正极集流体上涂布正极浆料,然后进行碾压和模切的过程,得到正极极片;

优选地,所述正极集流体的厚度为12~16 $\mu\text{m}$ ;

优选地,所述正极极片涂布过程的张力为50~100N;

优选地,所述正极极片碾压过程过辊角度为30°~45°;

优选地,所述正极极片模切过程中主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%。

7. 如权利要求6所述的制备方法,其特征在于,所述正极浆料包括正极活性物质;

优选地,所述正极浆料还包括导电剂、粘结剂和溶剂中的任意一种或至少两种的组合;

优选地,所述正极活性物质的压实密度为2.40~2.50g/cm<sup>3</sup>;

优选地,所述正极活性物质包括磷酸铁锂;

优选地,所述磷酸铁锂的D50为3~8 $\mu\text{m}$ ;

优选地,所述正极集流体为涂碳铝箔;

优选地,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料;

优选地,所述正极浆料的粘度为10000~20000mPa.s。

8.如权利要求1-7之一所述的制备方法,其特征在于,所述电池的组装过程包括:将所述正极极片、权利要求5所述电极极片和隔膜卷绕成卷芯,卷芯通过热压整形,极耳超声焊接,软连接激光焊接在盖板上,再进行捆绑包保护膜,然后放入铝壳,封装得到电池;

优选地,所述热压温度为75~95 $^{\circ}\text{C}$ ;

优选地,所述热压压力为2.5T~9.0T;

优选地,所述极耳超声焊接的能量为400~800J;

优选地,所述软连接激光焊接的功率为4.0~8.0kW;

优选地,所述隔膜包括陶瓷隔膜;

优选地,所述隔膜的厚度为12~16 $\mu\text{m}$ ;

优选地,所述盖板的厚度为0.15~0.3mm。

9.如权利要求1-8之一所述的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括如下步骤:

(1)在厚度为12~16 $\mu\text{m}$ 的涂碳铝箔上涂布粘度为10000~20000mPa.s正极浆料,所述正极浆料中正极活性物质包括D50为3~8 $\mu\text{m}$ ,压实密度为2.40~2.50g/cm<sup>3</sup>的磷酸铁锂,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料,所述涂布过程的张力为50~100N,然后进行过辊角度为30 $^{\circ}$ ~45 $^{\circ}$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%模切的过程,得到正极极片;

(2)在厚度为6~8 $\mu\text{m}$ 的铜箔上涂布粘度为3000~5000mPa.s的负极浆料,所述负极浆料中负极活性物质包括D50为10~16 $\mu\text{m}$ ,压实密度为1.60~1.75g/cm<sup>3</sup>的石墨,所述导电剂为导电炭黑,所述涂布过程的张力为100~200N,然后进行过辊角度为30 $^{\circ}$ ~45 $^{\circ}$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%模切的过程,得到负极极片;

(3)将所述正极极片、负极极片和厚度为12~16 $\mu\text{m}$ 的陶瓷隔膜卷绕成卷芯,卷芯通过温度为75~95 $^{\circ}\text{C}$ ,压力为2.5T~9.0T的热压整形,能量为400~800J的极耳超声焊接,功率为4.0~8.0kW的软连接激光焊接,再进行捆绑包保护膜,然后放入厚度为0.15~0.3mm的盖板,封装得到电池。

10.一种电池,其特征在于,所述电池通过权利要求6~9之一所述的制备方法得到;

优选地,所述电池包括方形铝壳磷酸铁锂电池。

## 一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电池制备工艺领域,具体涉及一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法。

### 背景技术

[0002] 锂离子电池具有比能量高、工作电压高、循环寿命长等优势,自商业化以来得到了迅速的发展。随着人们对新能源汽车的里程要求越来越高,高比能电池成为行业的趋势,锂离子电池的能量密度和正、负极片活性物质的选取以及整个制备工艺密切相关,现有的锂离子电池正极材料活性物质有磷酸铁锂、锰酸锂、镍钴锰酸锂等。

[0003] 与三元材料相比,磷酸铁锂具有长寿命,安全性能优异且易于加工的优势,但能量密度仅为120Wh/kg左右,现阶段对高能量密度的需求使得提高磷酸铁锂电池的能量密度更加迫切。然而现有技术中,集流体的厚度过大严重拉低了电池的能量密度,然而厚度较小的集流体易起皱,难以稳定生产,成品率较低,并且影响极片的性能。

[0004] CN207282617U公开了一种高能量密度方形铝壳锂离子电池,包括:两个卷绕方向呈镜像且并联的卷芯,每一所述卷芯均由负极片、正极片和单面陶瓷隔膜卷绕而成,一所述卷芯收尾处的所述正极片比所述负极片长,另一所述卷芯收尾处的所述负极片比所述正极片长。所述锂离子电池无法解决集流体的厚度过大的问题,且提升的能量密度有限。

[0005] CN108899475A公开了一种高能量密度锂离子电池。所述锂离子电池包括正极极片、负极极片、隔膜,所述正极极片上涂覆有正极活性材料,所述负极极片上涂覆有负极活性材料,所述正极极片的压实密度为其极限压实密度 $2.4\sim 2.55\text{g}/\text{cm}^3$ ,面密度为 $360\sim 380\text{g}/\text{m}^2$ ,所述负极极片的压实密度为 $1.4\sim 1.50\text{g}/\text{cm}^3$ ,厚度为 $115\sim 125\mu\text{m}$ 。所述锂离子电池无法解决集流体的厚度过大的问题,其能量密度148Wh/kg无法满足高比能锂离子电池的要求。

[0006] 因此,本领域亟需一种新型锂离子电池的制备方法,所述方法能有效解决锂离子电池中集流体厚度过大,导致能量密度较低,厚度较小的集流体易起皱,难以稳定生产,成品率较低的问题,进而进一步提升电池的能量密度,并且制备过程简单,可工业化生产。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法,所述方法能有效解决锂离子电池中集流体厚度过大(一般为 $8\sim 16\mu\text{m}$ ),导致能量密度较低,厚度较小的集流体易起皱,难以稳定生产,成品率较低的问题,进而进一步提升电池的能量密度,并且制备过程简单,可工业化生产。

[0008] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0009] 本发明的目的之一在于提供一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法,对 $6\sim 8\mu\text{m}$ 厚的集流体依次进行涂布、碾压和模切制备电极负极片,通过对涂布过程的张力、碾压过程的过辊角度的调整和模切过程中主牵引辊的辊缝调整降低集流体起皱。

[0010] 本发明通过调控涂布、碾压和模切过程的工艺,可以在厚度为6~8 $\mu\text{m}$ 的集流体上,防止集流体起皱的前提下,稳定的生产负极片,进而提高了电池的能量密度和成品率,能量密度可达183Wh/kg,成品率可达100%。

[0011] 优选地,所述集流体为负极集流体。

[0012] 优选地,所述负极集流体为铜箔。

[0013] 优选地,所述涂布过程的张力为100~200N,例如110N、120N、130N、140N、150N、160N、170N、180N或190N等。

[0014] 本发明所述涂布过程的张力小于100N时,因极片过于松弛会造成极片收卷不齐;所述涂布过程的张力大于200N时,因极片过于紧绷会造成极片过辊时产生起皱情况。

[0015] 优选地,所述碾压过程过辊角度为30°~45°,例如31°、32°、33°、34°、35°、36°、37°、38°、39°、40°、41°、42°、43°或44°等。

[0016] 本发明所述碾压过程角度小于30°时,极片与辊的接触面积小,不利于极片走正;所述碾压过程角度大于45°时,极片过辊弯曲,易出现弯折及褶皱。

[0017] 优选地,所述模切过程中主牵引辊缝大小为极片厚度的98%~99%,例如98.1%、98.2%、98.3%、98.4%、98.5%、98.6%、98.7%、98.8%或98.9%等。

[0018] 本发明所述模切过程主牵引辊缝大小大于极片厚度的99%时,因主牵引辊不能给极片一定的压力,使得极片不易于平整的传送;所述模切过程主牵引辊辊缝大小小于极片厚度的98%时,因主牵引辊给极片的压力过大,使得极片易产生褶皱。

[0019] 优选地,制备电极极片过程中,采用的浆料为负极浆料。

[0020] 优选地,所述负极浆料包括负极活性物质。

[0021] 优选地,所述负极浆料还包括导电剂、粘结剂和溶剂中的任意一种或至少两种的组合。

[0022] 优选地,所述负极活性物质的压实密度为1.60~1.75g/cm<sup>3</sup>,例如1.62g/cm<sup>3</sup>、1.64g/cm<sup>3</sup>、1.65g/cm<sup>3</sup>、1.68g/cm<sup>3</sup>、1.70g/cm<sup>3</sup>、1.72g/cm<sup>3</sup>或1.74g/cm<sup>3</sup>等。

[0023] 本发明所述负极活性物质的压实密度为1.60~1.75g/cm<sup>3</sup>,在此压实密度下,保证极片加工性能的同时,提高了电池内部空间利用率,从而提升电池能量密度。

[0024] 优选地,所述负极活性物质包括石墨。

[0025] 优选地,所述石墨的D50为10~16 $\mu\text{m}$ ,例如11 $\mu\text{m}$ 、12 $\mu\text{m}$ 、13 $\mu\text{m}$ 、14 $\mu\text{m}$ 或15 $\mu\text{m}$ 等。

[0026] 优选地,所述导电剂为导电炭黑。

[0027] 优选地,所述负极浆料的粘度为3000~5000mPa.s,例如3200mPa.s、3500mPa.s、3800mPa.s、4000mPa.s、4200mPa.s或4500mPa.s等。

[0028] 作为优选技术方案之一,本发明所述一种降低电极极片制备过程中集流体起皱的方法包括如下步骤:

[0029] (1) 将石墨、粘结剂和溶剂混合制成粘度为3000~5000mPa.s的负极浆料,所述石墨的D50为10~16 $\mu\text{m}$ ,压实密度为1.60~1.75g/cm<sup>3</sup>;

[0030] (2) 将所述负极浆料涂布在6~8 $\mu\text{m}$ 厚的铜箔上,所述涂布过程的张力为100~200N,烘干,过辊角度为30°~45°的碾压,得到碾压后的负极片;

[0031] (3) 将所述碾压后的极片模切,所述模切过程中主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%,分条,得到负极极片。

[0032] 本发明的目的之二在于提供一种电极极片,所述电极极片通过目的之一所述的方法制备得到。

[0033] 优选地,所述电极极片为负极极片。

[0034] 本发明的目的之三在于提供一种电池的制备方法,所述制备方法包括如下步骤:采用目的之二所述极片作为负极极片,与正极极片、隔膜、电解液和盖板组装成电池。

[0035] 优选地,所述正极极片的制备过程包括:在正极集流体上涂布正极浆料,然后进行碾压和模切的过程,得到正极极片。

[0036] 优选地,所述正极集流体的厚度为12~16 $\mu\text{m}$ ,例如12 $\mu\text{m}$ 、13 $\mu\text{m}$ 、14 $\mu\text{m}$ 、15 $\mu\text{m}$ 或16 $\mu\text{m}$ 等。

[0037] 优选地,所述涂布过程的张力为50~100N,例如55N、60N、65N、70N、75N、80N、85N、90N或95N等。

[0038] 本发明所述正极浆料涂布过程的张力小于50N时因极片过于松弛会造成极片收卷不齐;所述涂布过程的张力大于100N时,因极片过于紧绷会造成极片过辊时产生起皱情况。

[0039] 优选地,所述碾压过程过辊角度为30°~45°,例如31°、32°、33°、34°、35°、36°、37°、38°、39°、40°、41°、42°、43°或44°等。

[0040] 本发明所述碾压过程角度小于30°时,极片与辊的接触面积小,不利于极片走正;所述碾压过程角度大于45°时,极片过辊弯曲,易出现弯折及褶皱。

[0041] 优选地,所述模切过程中主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%。

[0042] 本发明所述模切过程主牵引辊缝大小大于极片厚度的99%时,因主牵引辊不能给极片一定的压力,使得极片不易于平整的传送;所述模切过程主牵引辊辊缝大小小于极片厚度的98%时,因主牵引辊给极片的压力过大,使得极片易产生褶皱。

[0043] 优选地,所述正极浆料包括正极活性物质。

[0044] 优选地,所述正极浆料还包括导电剂、粘结剂和溶剂中的任意一种或至少两种的组合。

[0045] 优选地,所述正极活性物质的压实密度为2.40~2.50g/cm<sup>3</sup>,例如2.42g/cm<sup>3</sup>、2.43g/cm<sup>3</sup>、2.44g/cm<sup>3</sup>、2.45g/cm<sup>3</sup>、2.46g/cm<sup>3</sup>、2.47g/cm<sup>3</sup>、2.48g/cm<sup>3</sup>或2.49g/cm<sup>3</sup>等。

[0046] 本发明所述正极活性物质的压实密度为2.40~2.50g/cm<sup>3</sup>,在此压实密度下,保证极片的加工性能的同时,提高了电池内部空间利用率,从而提升电池能量密度。

[0047] 优选地,所述正极活性物质包括磷酸铁锂。

[0048] 优选地,所述磷酸铁锂的D50为3~8 $\mu\text{m}$ ,例如4 $\mu\text{m}$ 、5 $\mu\text{m}$ 、6 $\mu\text{m}$ 或7 $\mu\text{m}$ 等。

[0049] 优选地,所述正极集流体为涂碳铝箔。

[0050] 优选地,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料。

[0051] 优选地,所述正极浆料的粘度为10000~20000mPa·s,例如12000mPa·s、14000mPa·s、15000mPa·s、16000mPa·s或18000mPa·s等。

[0052] 优选地,所述电池的组装过程包括:将所述正极极片、目的之二所述电极极片和隔膜卷绕成卷芯,卷芯通过热压整形,极耳超声焊接,软连接激光焊接,再进行捆绑包保护膜,然后放入盖板,封装得到电池。

[0053] 优选地,所述热压温度为75~95℃,例如76℃、78℃、80℃、82℃、84℃、85℃、86℃、88℃、90℃、92℃、93℃或94℃等。

[0054] 优选地,所述热压压力为2.5T~9.0T,例如3.0T、3.5T、4.0T、4.5T、5.0T、5.5T、6.0T、6.5T、7.0T、7.5T或8.0T等。

[0055] 优选地,所述极耳超声焊接的能量为400~800J,例如450J、500J、550J、600J、650J、700J或750J等。

[0056] 优选地,所述软连接激光焊接的功率为4.0~8.0kW,例如4.5kW、5.0kW、5.5kW、6.0kW、6.5kW、7.0kW或7.5kW等。

[0057] 优选地,所述隔膜包括陶瓷隔膜。

[0058] 优选地,所述隔膜的厚度为12~16 $\mu\text{m}$ ,例如12 $\mu\text{m}$ 、13 $\mu\text{m}$ 、13 $\mu\text{m}$ 、14 $\mu\text{m}$ 、14 $\mu\text{m}$ 、15 $\mu\text{m}$ 或16 $\mu\text{m}$ 等。

[0059] 优选地,所述盖板的厚度为0.15~0.3mm,例如0.15、0.17、0.19、0.21、0.23、0.25、0.27或0.30mm等。

[0060] 本发明采用轻量化设计的结构件,在满足电池安全性能的同时减轻了电池的重量,提升了能量密度。

[0061] 作为优选技术方案,本发明所述一种电池的制备方法包括如下步骤:

[0062] (1) 在厚度为12~16 $\mu\text{m}$ 的涂碳铝箔上涂布粘度为10000~20000mPa.s的正极浆料,所述正极浆料中正极活性物质包括D50为3~8 $\mu\text{m}$ ,压实密度为2.40~2.50g/cm<sup>3</sup>的磷酸铁锂,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料,所述涂布过程的张力为50~100N,然后进行碾压过程过辊角度为30°~45°碾压和模切过程中主牵引辊缝为极片厚度的98%~99%的过程,得到正极极片;

[0063] (2) 在厚度为6~8 $\mu\text{m}$ 的铜箔上涂布粘度为3000~5000mPa.s的负极浆料,所述负极浆料中负极活性物质包括D50为10~16 $\mu\text{m}$ ,压实密度为1.60~1.75g/cm<sup>3</sup>的石墨,所述导电剂为导电炭黑,所述涂布过程的张力为100~200N,然后进行过辊角度为30°~45°碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度98%~99%的模切的过程,得到负极极片;

[0064] (3) 将所述正极极片、负极极片和厚度为12~16 $\mu\text{m}$ 的陶瓷隔膜卷绕成卷芯,卷芯通过温度为75~95℃,压力为2.5T~9.0T的热压整形,能量为400~800J的极耳超声焊接,功率为4.0~8.0kW的软连接激光焊接,再进行捆绑包保护膜,然后放入厚度为0.15~0.3mm的盖板,封装得到电池。

[0065] 本发明的目的之四在于提供一种电池,所述电池通过目的之三所述的制备方法得到。

[0066] 优选地,所述电池包括方形铝壳磷酸铁锂电池。

[0067] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0068] (1) 本发明通过调控涂布、碾压和模切过程的工艺,可以在厚度为6~8 $\mu\text{m}$ 的集流体上,防止集流体起皱的前提下,稳定的生产极片,进而提高了电池的能量密度和成品率,能量密度可达183Wh/kg,成品率可达100%。

[0069] (2) 本发明所述正负极主材都在该材料的极限压实范围内,在保证极片的加工性能的同时,提高了电池内部空间利用率,从而提升电池能量密度。

[0070] (3) 本发明通过引入轻量化设计的结构件,在满足电池安全性能的同时减轻了电池的重量,提升了能量密度。

## 具体实施方式

[0071] 下面通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。本领域技术人员应该明了,所述实施例仅仅是帮助理解本发明,不应视为对本发明的具体限制。

### [0072] 实施例1

[0073] 一种电池的制备方法包括如下步骤:

[0074] (1) 在厚度为 $12\mu\text{m}$ 的涂碳铝箔上涂布粘度为 $10000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 正极浆料,所述正极浆料中正极活性物质包括D50为 $5\mu\text{m}$ ,压实密度为 $2.45\text{g}/\text{cm}^3$ 的磷酸铁锂,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料,所述涂布过程的张力为 $50\text{N}$ ,然后进行过辊角度为 $45^\circ$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的99%模切的过程,得到正极极片;

[0075] (2) 在厚度为 $6\mu\text{m}$ 的铜箔上涂布粘度为 $3000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的负极浆料,所述负极浆料中负极活性物质包括D50为 $12\mu\text{m}$ ,压实密度为 $1.70\text{g}/\text{cm}^3$ 的石墨,所述导电剂为导电炭黑,所述涂布过程的张力为 $100\text{N}$ ,然后进行过辊角度为 $30^\circ$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的98%模切的过程,得到负极极片;

[0076] (3) 将所述正极极片、负极极片和厚度为 $14\mu\text{m}$ 的陶瓷隔膜卷绕成卷芯,卷芯通过热压整形(热压温度 $95^\circ\text{C}$ ,热压压力 $9.0\text{T}$ ),极耳超声焊接(焊接能量 $400\text{J}$ ),软连接激光焊接(焊接功率 $4.0\text{kW}$ ),再进行捆绑包保护膜,放入厚度为 $0.2\text{mm}$ 的盖板,封装得到电池。

### [0077] 实施例2

[0078] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述涂布过程的张力为 $200\text{N}$ 。

### [0079] 实施例3

[0080] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述涂布过程的张力为 $150\text{N}$ 。

### [0081] 实施例4

[0082] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述涂布过程的张力为 $50\text{N}$ 。

### [0083] 实施例5

[0084] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述涂布过程的张力为 $250\text{N}$ 。

### [0085] 实施例6

[0086] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述碾压过程过辊角度为 $25^\circ$ 。

### [0087] 实施例7

[0088] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述碾压过程过辊角度为 $50^\circ$ 。

### [0089] 实施例8

[0090] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述模切过程主牵引辊缝为极片厚度的95%。

### [0091] 实施例9

[0092] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述模切过程主牵引辊缝为极片厚度的100%。

### [0093] 实施例10

[0094] 与实施例1的区别在于,步骤(1)所述磷酸铁锂的压实密度为 $2.55\text{g}/\text{cm}^3$ 。

### [0095] 实施例11

[0096] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述石墨的压实密度为 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。

### [0097] 实施例12

[0098] 一种电池的制备方法包括如下步骤:

[0099] (1) 在厚度为 $12\mu\text{m}$ 的涂碳铝箔上涂布粘度为 $15000\text{mPa}\cdot\text{s}$ ,所述正极浆料中正极活

性物质包括D50为 $3\mu\text{m}$ ,压实密度为 $2.50\text{g}/\text{cm}^3$ 的磷酸铁锂,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料,所述涂布过程的张力为 $80\text{N}$ 进行角度为 $30^\circ$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的98%模切的过程,得到正极极片;

[0100] (2) 在厚度为 $8\mu\text{m}$ 的铜箔上涂布粘度为 $5000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的负极浆料,所述负极浆料中负极活性物质包括D50为 $10\mu\text{m}$ ,压实密度为 $1.60\text{g}/\text{cm}^3$ 的石墨,所述导电剂为导电炭黑,所述涂布过程的张力为 $200\text{N}$ ,然后进行过辊角度为 $45^\circ$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的99%模切的过程,得到负极极片;

[0101] (3) 将所述正极极片、负极极片和厚度为 $12\mu\text{m}$ 的陶瓷隔膜卷绕成卷芯,卷芯通过热压整形(热压温度 $75^\circ\text{C}$ ,热压压力 $8.5\text{T}$ ),极耳超声焊接(焊接能量 $600\text{J}$ ),软连接激光焊接(焊接功率 $6.0\text{kW}$ ),再进行捆绑包保护膜,放入厚度为 $0.3\text{mm}$ 的盖板,封装得到电池。

[0102] 实施例13

[0103] 一种电池的制备方法包括如下步骤:

[0104] (1) 在厚度为 $16\mu\text{m}$ 的涂碳铝箔上涂布粘度为 $12000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 正极浆料,所述正极浆料中正极活性物质包括D50为 $8\mu\text{m}$ ,压实密度为 $2.40\text{g}/\text{cm}^3$ 的磷酸铁锂,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料,所述涂布过程的张力为 $100\text{N}$ 进行角度为 $45^\circ$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的98%模切的过程,得到正极极片;

[0105] (2) 在厚度为 $6\mu\text{m}$ 的铜箔上涂布粘度为 $5000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的负极浆料,所述负极浆料中负极活性物质包括D50为 $16\mu\text{m}$ ,压实密度为 $1.75\text{g}/\text{cm}^3$ 的石墨,所述导电剂为复合石墨烯的碳纳米管材料,所述涂布过程的张力为 $150\text{N}$ 进行角度为 $40^\circ$ 的碾压过程和主牵引辊缝为极片厚度的99%模切的过程,得到负极极片;

[0106] (3) 将所述正极极片、负极极片和厚度为 $16\mu\text{m}$ 的陶瓷隔膜卷绕成卷芯,卷芯通过热压整形(热压温度 $85^\circ\text{C}$ ,热压压力 $7.5\text{T}$ ),极耳超声焊接(焊接能量 $700\text{J}$ ),软连接激光焊接(焊接功率 $5.0\text{kW}$ ),再进行捆绑包保护膜,放入厚度为 $0.15\text{mm}$ 的盖板,封装得到电池。

[0107] 对比例1

[0108] 与实施例1的区别在于,步骤(2)所述负极集流体的厚度为 $9\mu\text{m}$ 。

[0109] 性能测试:

[0110] (1) 成品率(负极极片):对负极耳有效焊接面积进行测试,若可供焊接的有效面积大于等于95%记为合格,若可供焊接的有效面积小于95%则不合格,每个实施例取100个样品进行测试,成品率=合格的数量/100 $\times$ 100%;

[0111] (2) 电池能量密度:将制得的电池在新威电池测试系统上进行测试,充放电电压区间为 $3.65\sim 2.5\text{V}$ ,采用1C恒流充放电模式,测试电池的能量密度。

[0112] 表1

	成品率 (%)	电池能量密度 (Wh/kg)
[0113]	实施例 1	100
	实施例 2	100
	实施例 3	100
[0114]	实施例 4	85
	实施例 5	85
	实施例 6	84
	实施例 7	70
	实施例 8	80
	实施例 9	75
	实施例 10	100
	实施例 11	100
	实施例 12	100
	实施例 13	100
	对比例 1	80

[0115] 通过表1可以看出,本发明通过调控涂布、碾压和模切过程的工艺使得产品的成品率较高,能量密度较高,成品率可达100%,能量密度可达183Wh/kg。

[0116] 通过表1可以看出,本发明实施例4和5相对于实施例1的成品率较低,因为实施例4中涂布过程的张力过小,实施例5中涂布过程的张力过大,进而极片在制备过程中过于松弛或过于紧绷造成成品率较低。

[0117] 通过表1可以看出,本发明实施例6和实施例7相对于实施例1的成品率较低,因为实施例6中碾压过程过辊角度过小,极片与辊的接触面积小,不利于极片走正;实施例7中碾压过程过辊角度过大,极片过辊弯曲,易出现弯折及褶皱。

[0118] 通过表1可以看出,本发明实施例8和实施例9相对于实施例1的成品率较低,因为模切过程主牵引辊缝过大或过小,进而主牵引辊给极片的压力过大或过小,使得极片易产生褶皱。

[0119] 通过表1可以看出,本发明实施例10和实施例11相对于实施例1的电池能量密度较低,由于实施例10、11由于压实密度不在给定范围内,正负极材料破损,且极片吸液性差,导致电池的能量密度发挥减小;实施例12参数都在给定范围内,成品率达标,由于采用8 $\mu\text{m}$ 的铜箔使得电池的能量密度相比实施例1有所降低;实施例13参数都在给定范围内,成品率达标,由于采用16 $\mu\text{m}$ 的涂碳铝箔使得电池的能量密度相比实施例1有所降低。

[0120] 通过表1可以看出,本发明对比例1相对于实施例1成品率和能量密度较低,因为对比例1中采用9 $\mu\text{m}$ 的铜箔,没减重,并且本发明的制备参数不适用于制备9 $\mu\text{m}$ 的铜箔,使得成品率和能量密度均低。

[0121] 申请人声明,以上所述仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,所属技术领域的技术人员应该明了,任何属于本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,均落在本发明的保护范围和公开范围之内。