



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114300652 A

(43) 申请公布日 2022.04.08

(21) 申请号 202210008921.7

(22) 申请日 2022.01.06

(71) 申请人 中化国际(控股)股份有限公司

地址 200125 上海市浦东新区中国(上海)
自由贸易试验区长清北路233号12层

(72) 发明人 田中华

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 辛元石 韦东

(51) Int. Cl.

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 4/139 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 10/058 (2010.01)

H01M 4/04 (2006.01)

权利要求书2页 说明书12页 附图1页

(54) 发明名称

电极极片、其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明公开了一种电极极片,所述电极极片包括导电集流体和设置于所述导电集流体至少一个表面上的、含有电极活性物质的活性材料层,所述活性材料层包括沿所述导电集流体长度方向延伸的第一材料区域和设置于所述第一材料区域至少一侧的第二材料区域,所述第二材料区域的密度大于所述第一材料区域的密度。本发明的电极极片能够提高电芯的电解液浸润效率和循环性能。

1. 一种电极极片,其特征在於,所述电极极片包括导电集流体和设置於所述导电集流体至少一个表面上的、含有电极活性物质的活性材料层,所述活性材料层包括沿所述导电集流体长度方向延伸的第一材料区域和设置於所述第一材料区域至少一侧的沿所述导电集流体长度方向延伸的第二材料区域,所述第二材料区域的密度大於所述第一材料区域的密度。

2. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在於,所述电极极片具有以下一项或多项特征:

所述第二材料区域的密度与所述第一材料区域的密度的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$;

所述第一材料区域的密度 $\leq 2\text{g}/\text{cm}^3$,优选为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2\text{g}/\text{cm}^3$;

所述第二材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

3. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在於,所述第一材料区域未经过压实,所述第二材料区域经过压实;

优选地,所述第一材料区域的密度为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $0.5\text{g}/\text{cm}^3$;

优选地,所述第二材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$;

优选地,所述第二材料区域的密度与所述第一材料区域的密度的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,优选差值为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在於,所述第一材料区域和所述第二材料区域均经过压实;

优选地,所述第一材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2\text{g}/\text{cm}^3$;

优选地,所述第二材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$;

优选地,所述第二材料区域的密度与所述第一材料区域的密度的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,优选差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $1.5\text{g}/\text{cm}^3$,更优选差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

5. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在於,所述电极极片具有以下一项或多项特征:

所述第一材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$;

所述第一材料区域至少一侧的所述第二材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$,优选为 20mm - 1000mm 。

所述第一材料区域和所述第二材料区域相互接触融合形成融合区域;优选地,所述融合区域的宽度为 0.5mm - 1mm 。

6. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在於,

所述第一材料区域的一侧设置有所所述第二材料区域,所述第一材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$ 、优选为 2mm - 30mm ,所述第二材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$ 、优选为 20mm - 1000mm ;或者

所述第一材料区域的两侧均设置有所所述第二材料区域,所述第一材料区域的宽度 $\geq 4\text{mm}$ 、优选为 4mm - 60mm ,所述第一材料区域两侧的所述第二材料区域的宽度各自 $\geq 2\text{mm}$ 、优选为 20mm - 1000mm 。

7. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在於,所述第一材料区域和所述第二材料区域的单面厚度 $\leq 160\mu\text{m}$,优选为 $5\mu\text{m}$ ~ $160\mu\text{m}$ 。

8. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在於,

所述第一材料区域包括 $85\text{wt}\%$ - $95\text{wt}\%$ 的第一活性物质、 $1\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的第一导电剂和 $1\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的第一粘结剂,

所述第二材料区域包括85wt%-98wt%的第二活性物质、0.5wt%-10wt%的第二导电剂和0.5wt%-10wt%的第二粘结剂；

优选地,所述第一活性物质和所述第二活性物质各自独立选自碳材料、金属氧化物材料和合金材料中的一种或多种,优选为石墨；

优选地,所述第一导电剂和所述第二导电剂各自独立选自导电石墨、导电炭黑、乙炔黑、碳纳米管、碳纳米线、碳微米球、碳纤维和石墨烯中的一种或多种,优选为导电炭黑；

优选地,所述第一粘合剂和所述第二粘合剂各自独立选自聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、丙烯酸多元共聚物、聚丙烯酸丁脂、聚丙烯腈、丁苯橡胶和羧甲基纤维素中的一种或多种,优选为丁苯橡胶和羧甲基纤维素。

9. 如权利要求1所述的电极极片,其特征在于,所述电极极片为锂离子电池负极极片。

10. 制备权利要求1-9中任一项所述的电极极片的方法,其特征在于,所述方法包括:

(1) 制备含有活性物质的第一材料区域浆料和第二材料区域浆料；

(2) 将所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料沿导电集流体长度方向涂到导电集流体的至少一个表面上,其中所述第二材料区域浆料涂在所述第一材料区域浆料的涂布位置的至少一侧；

(3) 对涂布了所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料的导电集流体进行干燥和任选的辊压,从而在导电集流体上形成包括第一材料区域和第二材料区域的活性导电层,得到所述电极极片；

优选地,所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料的涂布单面面密度 $\leq 250\text{g}/\text{m}^2$;更优选地,所述第一材料区域浆料的涂布单面面密度为 $10\text{g}/\text{m}^2$ - $225\text{g}/\text{m}^2$,所述第二材料区域浆料的涂布单面面密度为 $12.5\text{g}/\text{m}^2$ - $250\text{g}/\text{m}^2$ 。

11. 一种二次电池,其特征在于,所述二次电池包括正极、负极、电解液和隔离膜,所述二次电极包括权利要求1-9中任一项所述的电极极片或采用权利要求10所述的方法制备得到的电极极片。

电极极片、其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于电池材料领域,具体涉及电极极片、其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 随着锂离子电池能量密度的要求越来越高,电极极片涂布重量越来越厚,但随着循环的进行,负极极片膨胀越来越大,极片间压力使得电解液浸润逐渐变差,导致电池循环寿命劣化。

[0003] CN 111430658 A开发了一种双层结构的极片,具体如下:一种电极极片,包括导电集流体、第一材料层及第二材料层,第一材料层设置在导电集流体的表面上,第二材料层设置在第一材料层远离导电集流体的一侧表面上,第二材料层和第一材料层均朝导电集流体的长度方向延伸,第二材料层的宽度小于第一材料层的宽度。利用两个材料层宽度不同形成的空隙来提高电解液的浸润效率。

[0004] 上述现有技术电极极片由于采用双层涂覆方式,结构非常复杂,涂布面密度波动大,涂布过程中容易产生气泡,对涂布设备要求高,由于需要涂布两次,涂布效率及优率较低,同时需要辊压两次,辊压优率及效率较低。

[0005] 因此,本领域仍需要电解液浸润性好、循环性能好的电极极片。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明公开了一种电极极片,具有很好的电解液浸润性和循环性能。相比双层涂覆、两层材料层间存在间隙的电极极片,本发明的极片结构更简单,涂布及极片辊压效率及优率更高。

[0007] 具体而言,本发明提供一种电极极片,所述电极极片包括导电集流体和设置于所述导电集流体至少一个表面上的、含有活性物质的材料层,所述材料层包括沿所述导电集流体长度方向延伸的第一材料区域和设置于所述第一材料区域至少一侧的沿所述导电集流体长度方向延伸的第二材料区域,所述第二材料区域的密度大于所述第一材料区域的密度。

[0008] 在一个或多个实施方案中,所述第二材料区域的密度与所述第一材料区域的密度的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0009] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域的密度 $\leq 2\text{g}/\text{cm}^3$,例如为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0010] 在一个或多个实施方案中,所述第二材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0011] 在一个或多个实施方案中,所述第二材料区域经过压实。

[0012] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域未经过压实,所述第二材料区域经过压实;优选地,所述第一材料区域的密度为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $0.5\text{g}/\text{cm}^3$;优选地,所述第二材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$;优选地,所述第二材料区域的密度与所述第一材料区域的密度的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,例如差值为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0013] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域和所述第二材料区域均经过压实;优选地,所述第一材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2\text{g}/\text{cm}^3$;优选地,所述第二材料区域的密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$;优选地,所述第二材料区域的密度与所述第一材料区域的密度的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,优选差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $1.5\text{g}/\text{cm}^3$,更优选差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0014] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$ 。

[0015] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域至少一侧的所述第二材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$,优选为 20mm - 1000mm 。

[0016] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域和所述第二材料区域相互接触融合形成融合区域;优选地,所述融合区域的宽度为 0.5mm - 1mm 。

[0017] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域的一侧设置有所所述第二材料区域,所述第一材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$ 、优选为 2mm - 30mm ,所述第二材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$ 、优选为 20mm - 1000mm 。

[0018] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域的两侧均设置有所所述第二材料区域,所述第一材料区域的宽度 $\geq 4\text{mm}$ 、优选为 4mm - 60mm ,所述第一材料区域两侧的所述第二材料区域的宽度各自 $\geq 2\text{mm}$ 、优选为 20mm - 1000mm 。

[0019] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域和所述第二材料区域的单面厚度 $\leq 160\mu\text{m}$,优选为 $5\mu\text{m}$ ~ $160\mu\text{m}$ 。

[0020] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域包括 $85\text{wt}\%$ - $95\text{wt}\%$ 的第一活性物质、 $1\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的第一导电剂和 $1\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的第一粘结剂,所述第二材料区域包括 $85\text{wt}\%$ - $98\text{wt}\%$ 的第二活性物质、 $0.5\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的第二导电剂和 $0.5\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的第二粘结剂。

[0021] 在一个或多个实施方案中,所述第一活性物质和所述第二活性物质各自独立选自碳材料、金属氧化物材料和合金材料中的一种或多种,优选为石墨。

[0022] 在一个或多个实施方案中,所述第一导电剂和所述第二导电剂各自独立选自导电石墨、导电炭黑、乙炔黑、碳纳米管、碳纳米线、碳微米球、碳纤维和石墨烯中的一种或多种,优选为导电炭黑。

[0023] 在一个或多个实施方案中,所述第一粘合剂和所述第二粘合剂各自独立选自聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、丙烯腈多元共聚物、聚丙烯酸丁酯、聚丙烯腈、丁苯橡胶和羧甲基纤维素中的一种或多种,优选为丁苯橡胶和羧甲基纤维素。

[0024] 在一个或多个实施方案中,所述电极极片为锂离子电池负极极片。

[0025] 本发明还提供制备本文任一实施方案所述的电极极片的方法,所述方法包括:

[0026] (1) 制备含有活性物质的第一材料区域浆料和第二材料区域浆料;

[0027] (2) 将所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料沿导电集流体长度方向涂到导电集流体的至少一个表面上,其中所述第二材料区域浆料涂在所述第一材料区域浆料的涂布位置的至少一侧;

[0028] (3) 对涂布了所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料的导电集流体进行干燥和任选的辊压,从而在导电集流体上形成包括第一材料区域和第二材料区域的活性导电层,得到所述电极极片。

[0029] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料的涂

布单面面密度 $\leq 250\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0030] 在一个或多个实施方案中,所述第一材料区域浆料的涂布单面面密度为 $10\text{g}/\text{m}^2$ - $225\text{g}/\text{m}^2$,所述第二材料区域浆料的涂布单面面密度为 $12.5\text{g}/\text{m}^2$ - $250\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0031] 本发明还提供采用本文任一实施方案所述的方法制备得到的电极极片。

[0032] 本发明还提供一种二次电池,所述二次电池包括正极、负极、电解液和隔离膜,所述二次电极包括本文任一实施方案所述的电极极片。

附图说明

[0033] 图1为本发明的一些实施方案中的电极极片的结构俯视图。

[0034] 图2为本发明的一些实施方案中的电极极片的结构剖面图。

[0035] 图3为本发明的一些实施方案中的电池中电极极片的第一材料区域和第二材料区域的位置示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本领域技术人员可了解本发明的特点及效果,以下谨就说明书及权利要求书中提及的术语及用语进行一般性的说明及定义。除非另有指明,否则文中使用的所有技术及科学上的字词,均为本领域技术人员对于本发明所了解的通常意义,当有冲突情形时,应以本说明书的定义为准。

[0037] 本文描述和公开的理论或机制,无论是对或错,均不应以任何方式限制本发明的范围,即本发明内容可以在不为任何特定的理论或机制所限制的情况下实施。

[0038] 本文中,“包含”、“包括”、“含有”、“具有”以及类似的用语涵盖了“基本由……组成”和“由……组成”的意思,例如,当本文公开了“A包含B和C”时,应当认为“A基本由B和C组成”和“A由B和C组成”已被本文所公开。

[0039] 在本文中,所有以数值范围或百分比范围形式界定的特征如数值、数量、含量与浓度仅是为了简洁及方便。据此,数值范围或百分比范围的描述应视为已涵盖且具体公开所有可能的次级范围及范围内的个别数值(包括整数与分数)。

[0040] 本文中,当描述实施方案或实施例时,应理解,其并非用来将本发明限定于这些实施方案或实施例。相反地,本发明所描述的方法及材料的所有的替代物、改良物及均等物,均可涵盖于权利要求书所限定的范围内。

[0041] 本文中,若无特别说明,含量是指质量百分含量。

[0042] 本文中,组分含量百分数之和等于100%。

[0043] 本文中,为使描述简洁,未对各个实施方案或实施例中的各个技术特征的所有可能的组合都进行描述。因此,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,各个实施方案或实施例中的各个技术特征可以进行任意的组合,所有可能的组合都应当认为是本说明书记载的范围。

[0044] 本发明的电极极片包括导电集流体和设置于所述导电集流体至少一个表面上的、含有电极活性物质的活性材料层,所述活性材料层包括沿所述导电集流体长度方向延伸的第一材料区域和设置于所述第一材料区域至少一侧的沿所述导电集流体长度方向延伸的第二材料区域,所述第二材料区域的密度大于所述第一材料区域的密度。在一些实施方案

中,活性材料层设置在导电集流体的两个表面上。

[0045] 在一些实施方案中,本发明的电极极片包括:

[0046] 导电集流体:

[0047] 第一材料区域:设置在导电集流体的表面,沿导电集流体的中心线对称分布;

[0048] 第二材料区域:设置在导电集流体的表面,位于第一材料区域的两侧,且优选地,第一材料区域两侧的第二材料区域的宽度相同。

[0049] 在第一材料区域两侧均设置有第一材料区域的实施方案中,电极极片可依“一出二”方式呈现,即该电极极片可以被裁切为两片电极极片,裁切后的每片电极极片上均有第一材料区域和设置于第一材料区域一侧的第二材料区域,例如该电极极片可依第一材料区域的中心线被一分为二。

[0050] 在另一些实施方案中,本发明的电极极片包括:

[0051] 导电集流体:

[0052] 第一材料区域:设置在导电集流体的表面,沿导电集流体的中心线对称分布;

[0053] 第二材料区域:设置在导电集流体的表面,位于第一材料区域的一侧。

[0054] 可以理解的是,本发明的电极极片通常以仅在第一材料区域的一侧设置有第二材料区域的形式应用于电芯。对于第一材料区域的两侧均设置有第二材料区域的本发明的电极极片,在应用于电芯前需要裁切成两片。本发明包括第一材料区域的两侧均设置有第二材料区域的电极极片,因为这类电极极片可以视为一半成品,可以进行运输和存储,当需要时经过裁切即可应用于电芯。本发明的电极极片应用于电芯时,卷绕后第一材料区域位于卷芯的下部,即第一区域材料位于卷芯的底部,利于电芯从底部吸取电解液。

[0055] 本发明中,第一材料区域和第二材料区域均沿所述导电集流体的长度方向延伸。在优选的实施方案中,第一材料区域和第二材料区域相互接触融合,形成一融合区域。融合区域可通过设计第一材料区域和第二材料区域宽度重叠使得第一材料区域和第二材料区域部分重合而实现。融合区域的作用为使第一材料区域和第二材料之间不出现空箔区,空箔区会阻碍电解液浸润。融合区域的宽度可以为0.5mm-1mm。可以采用高倍光学显微镜观察极片截面确定融合区宽度。

[0056] 本发明的电极极片中,第二材料区域的密度大于第一材料区域的密度。本发明发现通过控制第二材料区域的密度大于第一材料区域的密度能够提升极片的电解液浸润性和循环性能,其原因可能是在这种情况下第二材料区域的孔隙率小于第一材料区域,当第一材料区域处于电芯的底部时,由于其孔隙率高,保液量大,保证了电解液向上传导持续性,提高了整个电芯的电解液浸润效率。

[0057] 本发明中,如无特别说明,第一材料区域和第二材料区域的密度是指最终的电极极片产品上第一材料区域和第二材料区域的密度,如果第一材料区域和第二材料区域经过压实,则密度是指压实密度。本发明的电极极片中,第一材料区域和第二材料区域可以经过压实,也可以不经过压实。本发明中,压实是指在第一材料区域或第二材料区域上施压使其密度增大的操作。

[0058] 为了更有效地起到提升极片的电解液浸润性和循环性能的作用,第二材料区域的与所述第一材料区域的密度的差值优选 $\geq 0.05\text{g}/\text{cm}^3$,更优选为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3-2.5\text{g}/\text{cm}^3$,例如 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0059] 本发明中,第一材料区域的密度通常 $\leq 2\text{g}/\text{cm}^3$ 。在一些实施方案中,第一材料区域的密度为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2\text{g}/\text{cm}^3$,例如 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.66\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.04\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.32\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.35\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.45\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.49\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。在一些实施方案中,第一材料区域经过压实,第一材料区域的密度可以为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2\text{g}/\text{cm}^3$ 。在一些实施方案中,第一材料区域未经过压实,第一材料区域的密度可以为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0060] 本发明中,第二材料区域的密度通常为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,例如 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.9\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2\text{g}/\text{cm}^3$ 。在一些实施方案中,第二材料区域经过压实,第二材料区域的密度可以为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,例如 $1\text{g}/\text{cm}^3$ - $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0061] 在一些实施方案中,第一材料区域未经过压实,第二材料区域经过压实,第二材料区域的密度与第一材料区域的密度(压实密度)的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,例如 $1\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。在另一些实施方案中,第一材料区域和第二材料区域均经过压实,第二材料区域的密度(压实密度)与第一材料区域的密度(压实密度)的差值为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $2.5\text{g}/\text{cm}^3$,优选为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $1.5\text{g}/\text{cm}^3$,更优选为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ - $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0062] 本发明中,第一材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$,例如 2mm 、 5mm 、 10mm 、 15mm 、 20mm 、 30mm 。优选地,当仅在第一材料区域的一侧设置第二材料区域时,第一材料区域的宽度为 2 - 30mm ;或者,当第一材料区域的两侧均设有第二材料区域,第一材料区域的宽度设置为将电极极片一切为二后,裁切后的极片中至少有一片的宽度为 2 - 30mm ,优选裁切后两片极片的宽度均为 2 - 30mm ,例如第一材料区域的宽度可以为 $\geq 4\text{mm}$ 、优选 4mm - 60mm 。第二材料区域的宽度 $\geq 2\text{mm}$,优选为 20 - 1000mm ,例如 20mm 、 50mm 、 100mm 、 200mm 、 500mm 、 1000mm 。本发明中,如无特别说明,第二材料区域的宽度指的是单侧的第二材料区域的宽度。在第一材料区域的两侧均有第二材料区域的实施方案中,两侧的第二材料区域的宽度可以相同或不同。

[0063] 本发明中,第一材料区域和所述第二材料区域的单面厚度优选 $\leq 160\mu\text{m}$,例如 $5\mu\text{m}$ ~ $160\mu\text{m}$,这有利于提升极片的电解液浸润性和循环性能。第一材料区域和第二材料区域的单面厚度可以相同或不同,各自可以为例如 $5\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m}$ 、 $9.6\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $54.5\mu\text{m}$ 、 $75.8\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 、 $151.5\mu\text{m}$ 、 $155\mu\text{m}$ 或 $160\mu\text{m}$ 。

[0064] 第一材料区域和第二材料区域均包括活性物质、导电剂和粘结剂。第一材料区域和第二材料区域所含的活性物质、导电剂和粘结剂及其配比可以相同或不同。

[0065] 在一些实施方案中,以质量百分含量计,第一材料区域包括 $85\text{wt}\%$ - $95\text{wt}\%$ 的第一活性物质、 $1\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的导电剂及 $1\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 的粘结剂,第二材料区域包括 $85\text{wt}\%$ - $98\text{wt}\%$ 、例如 $90\text{wt}\%$ - $98\text{wt}\%$ 的第二活性物质、 $0.5\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 、例如 $0.5\text{wt}\%$ - $5\text{wt}\%$ 的导电剂及 $0.5\text{wt}\%$ - $10\text{wt}\%$ 、例如 $0.5\text{wt}\%$ - $5\text{wt}\%$ 的粘结剂。在一些实施方案中,第一材料区域和第二材料区域各自包括: $90\text{wt}\%$ - $95\text{wt}\%$ 、例如 90% - $92\text{wt}\%$ 的活性物质, $2.5\text{wt}\%$ - $5\text{wt}\%$ 、例如 $4\text{wt}\%$ - $5\text{wt}\%$ 的导电剂和 $2.5\text{wt}\%$ - $5\text{wt}\%$ 、例如 $4\text{wt}\%$ - $5\text{wt}\%$ 的粘结剂。

[0066] 适用于本发明的活性物质包括选自碳材料、金属氧化物材料以及合金材料中的一种或多种,例如选自石墨、硅碳、氧化亚硅和钛酸锂中的一种或多种。第一材料区域和第二材料区域中的活性物质的种类和配方可以相同或不同。在一些实施方案中,第一材料区域和第二材料区域所含的活性物质为石墨。

[0067] 适用于本发明的导电剂包括选自导电石墨、导电炭黑 (SP)、乙炔黑、碳纳米管、碳纳米线、碳微米球、碳纤维及石墨烯中的一种或多种。第一材料区域和第二材料区域中的导电剂种类可以相同或不同。在一些实施方案中,第一材料区域和第二材料区域所含的导电剂为导电炭黑。导电炭黑的振实密度可以为 $1.0\text{g}/\text{cm}^3\sim 1.15\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0068] 适用于本发明的粘合剂包括选自聚偏氟乙烯 (PVDF)、聚四氟乙烯 (PTFE)、丙烯腈多元共聚物、聚丙烯酸丁脂、聚丙烯腈、丁苯橡胶 (SBR) 和羧甲基纤维素 (CMC) 中的一种或多种。第一材料区域和第二材料区域中的粘结剂种类可以相同或不同。在一些实施方案中,第一材料区域和第二材料区域所含的粘合剂包括CMC和SBR,两者的质量比可以为1:1到1:2,例如1:1.5。

[0069] 本发明中,导电集流体可以为铜箔、铝箔、钛箔、镍箔、铁箔或锌箔。在一些实施方案中,导电集流体是负极集流体,例如铜箔。

[0070] 在优选的实施方案中,本发明的电极极片为锂离子电池负极极片,因此适用于本发明的活性物质、导电剂和粘合剂优选为用于锂离子电池负极极片的活性物质、导电剂和粘合剂。

[0071] 本发明的电极极片可以材料以下方法制备:

[0072] (1) 制备含有活性物质的第一材料区域浆料和第二材料区域浆料;

[0073] (2) 将所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料沿导电集流体长度方向涂到导电集流体的至少一个表面上,其中所述第二材料区域浆料涂在所述第一材料区域浆料的涂布位置的至少一侧;

[0074] (3) 对涂布了所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料的导电集流体进行干燥和任选的辊压,从而在导电集流体上形成包括第一材料区域和第二材料区域的活性导电层,得到所述电极极片。

[0075] 可以将第一材料区域和第二材料区域的成分分散在水中,搅拌均匀,得到第一材料区域浆料和第二材料区域浆料。后将两种浆料均匀地沿导电集流体的长度方向涂在导电集流体的至少一个表面、例如两个表面上。在一些实施方案中,第一材料区域浆料涂在导电集流体中部、例如沿导电集流体的中心线居中涂布,第二材料区域浆料涂布与第一材料区域的两侧、优选对称涂布于第一材料区域两侧。在另一些实施方案中,第一材料区域浆料沿导电集流体边缘涂布,第二材料区域涂在第一材料区域背离导电集流体边缘的一侧。

[0076] 优选地,第一材料区域浆料和第二材料区域浆料的涂布单面面密度 $\leq 250\text{g}/\text{m}^2$ 。更优选地,第一材料区域浆料的涂布单面面密度为 $10\text{g}/\text{m}^2\text{-}225\text{g}/\text{m}^2$ 、例如 $10\text{g}/\text{m}^2$ 、 $20\text{g}/\text{m}^2$ 、 $50\text{g}/\text{m}^2$ 、 $73.6\text{g}/\text{m}^2$ 、 $79\text{g}/\text{m}^2$ 、 $87.3\text{g}/\text{m}^2$ 、 $100\text{g}/\text{m}^2$ 、 $150\text{g}/\text{m}^2$ 、 $200\text{g}/\text{m}^2$ 、 $225\text{g}/\text{m}^2$,第二材料区域浆料的涂布单面面密度为 $12.5\text{g}/\text{m}^2\text{-}250\text{g}/\text{m}^2$ 、例如 $12.5\text{g}/\text{m}^2$ 、 $20\text{g}/\text{m}^2$ 、 $50\text{g}/\text{m}^2$ 、 $90\text{g}/\text{m}^2$ 、 $100\text{g}/\text{m}^2$ 、 $125\text{g}/\text{m}^2$ 、 $150\text{g}/\text{m}^2$ 、 $200\text{g}/\text{m}^2$ 、 $250\text{g}/\text{m}^2$ 。将涂布面密度控制在前述范围内有利于提升极片的电解液浸润性和循环性能。

[0077] 在一些实施方案中,通过控制第一材料区域浆料的涂布面密度小于第二材料区域浆料的涂布面密度实现第一材料区域密度小于第二材料区域密度,其中第二材料区域浆料与第一材料区域浆料的涂布单面面密度差值优选为 $2.5\text{g}/\text{m}^2\text{-}240\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0078] 对涂布了所述第一材料区域浆料和所述第二材料区域浆料的导电集流体进行干燥的温度可以为 $100\pm 20^\circ\text{C}$,时间可以为 $8\pm 2\text{h}$,干燥可以是真空干燥。干燥后,可以任选地

对第一材料区域和/或第二材料区域进行辊压,以实现第一材料区域和/或第二材料区域的压实。可以通过选择对第一材料区域或第二材料区域进行辊压或不进行辊压以及控制辊压的压力来调节第一材料区域和第二材料区域的密度。在一些实施方案中,对第一材料区域和第二材料区域均进行辊压,其中对第一材料区域和第二材料区域均进行辊压的压力可以相同或不同。在对第一材料区域和第二材料区域均进行辊压的压力相同情况下,可通过控制第一材料区域浆料的涂布面密度小于第二材料区域浆料的涂布面密度实现第一材料区域密度小于第二材料区域密度实现第一材料区域密度小于第二材料区域密度。在一些实施方案中,第一材料区域浆料的涂布面密度等于第二材料区域浆料的涂布面密度,则可以通过控制第二材料区域辊压的压力大于第一材料区域辊压的压力实现第一材料区域密度小于第二材料区域密度。在一些实施方案中,仅对第二材料区域进行辊压,使得第二材料区域密度大于第一材料区域密度。辊压的压力可以根据需要设置,例如可以为10-50兆帕。

[0079] 干燥和任选的辊压之后,对于第一材料区域两侧均设置有第二材料区域的本发明的电极极片,可以选择进行裁切,将其裁切成两片极片,例如可以沿第一材料区域的中心线材料,也可以根据需要将其裁切成规格不同的两片极片,例如第一材料区域和/或第二材料区域的宽度不同的两片极片;也可以选择先不进行裁切,待需要应用于电芯时再进行裁切。

[0080] 本发明还包括一种二次电池。二次电池包括电芯、外壳和电解液。电芯包括正极极片、负极极片及隔离膜。本发明的二次电池包括本发明的电极极片。在优选的实施方案中,本发明的电极极片为负极极片,本发明的二次电池的负极极片包括本发明的电极极片。二次电池可以是锂离子电池。

[0081] 将正极极片、负极极片和隔离膜按叠片设计要求进行叠片(例如Z字形叠片或绕卷式叠片)可制成锂离子电池的电芯。

[0082] 正极极片包括正极集流体和形成在正极集流体表面的正极材料层。正极材料层包括正极活性材料、导电剂和粘结剂。适用于本发明的正极极片可以是常规的锂离子电池正极极片。例如,正极集流体可以是铜箔、铝箔、钛箔、镍箔、铁箔或锌箔;正极活性材料可以是选自磷酸铁锂正极材料、二元正极材料、三元正极材料和四元正极材料中的一种或多种;正极的导电剂可以是选自导电炭黑(SP)、碳纤维(CF)、乙炔黑、导电石墨、石墨烯、碳纳米管和碳微球中的一种或多种;正极的粘结剂可以是选自聚四氟乙烯、聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚乙烯醇、聚烯烃、丁苯橡胶、氟化橡胶、聚氨酯和海藻酸钠中的一种或多种;正极材料层中各组分的含量配比可以是常规的。在一些实施方案中,正极集流体是铝箔,正极活性材料是磷酸铁锂,正极导电剂是导电炭黑,正极粘结剂是PVDF,以正极材料层总质量计,正极活性材料含量可以是80-90wt%,导电剂含量可以是5-10wt%,粘结剂含量可以是5-10wt%。

[0083] 隔离膜可以是聚丙烯隔膜、聚乙烯隔膜、陶瓷涂覆的聚丙烯隔膜、陶瓷涂覆的聚乙烯隔膜、聚丙烯/聚乙烯双层隔膜、聚丙烯/聚乙烯/聚丙烯三层隔膜或聚丙烯/聚丙烯双层隔膜。在一些实施方案中,隔离膜为聚乙烯隔膜。

[0084] 获得电芯后,将电芯封装在外壳内,经过除水、注液(注入电解液)、封口、化成、分容,即可制得锂离子电池成品。电解液通常包含溶剂和锂盐。适用于本发明的电解液可以是常规的,例如溶剂可以选自碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二乙酯(DEC)、碳酸甲乙酯(EMC)、碳酸乙烯酯(EC)和碳酸丙烯酯(PC)中的一种或多种;锂盐可以选自磷酸铁锂、 LiPF_6 、双(氟磺酰)亚胺锂、双(三氟甲基磺酰)亚胺锂、双草酸硼酸锂、二氟草酸硼酸锂和 LiBF_4 中的一种或多

种。在一些实施方案中,电解液中的锂盐为 LiPF_6 ,其在电解液中的浓度可以为 $1 \pm 0.2 \text{ mol/L}$,电解液中的溶剂包括EC、DEC和EMC,三者的质量比可以为 $1: (0.4-0.6): (0.4-0.6)$ 。

[0085] 本发明具有以下有益效果:

[0086] 1、本发明的电极极片具有很好的电解液浸润性和循环性能;

[0087] 2、与现有技术两层涂布相比,本发明的电极极片只含有一层涂层,结构更简单,涂布及极片辊压效率及优率更高;

[0088] 3、现有技术中通过两层材料层宽度不同制造间隙来提高电解液浸润效率的技术方案的电芯整体空间利用率低,本发明的电芯料区全涂覆,空间利用率高。

[0089] 下文将以具体实施例的方式阐述本发明。应理解,这些实施例仅仅是阐述性的,并非意图限制本发明的范围。实施例和对比例中所用到的方法、试剂和材料,除非另有说明,否则为本领域常规的方法、试剂和材料。实施例和对比例中的材料均可通过市售途径购得。

[0090] 实施例1:

[0091] 1、正极极片的制备

[0092] (1) 首先将30g PVDF、40g导电炭黑SP和500g磷酸铁锂正极材料完全溶解于850g NMP中,真空搅拌至浆料均匀;然后将浆料均匀地涂覆在铝箔的两个表面上;

[0093] (2) 将涂覆好的电极极片在 120°C 温度下真空干燥1h,对干燥完的正极极片在压力为40兆帕条件下进行辊压,得到压实密度为 2.4 g/cm^3 的正极极片。

[0094] 2、负极极片的制备

[0095] (1) 将10g CMC、15g SBR、25g导电炭黑SP和500g振实密度为 1.0 g/cm^3 的石墨负极活性材料完全溶解于800g高纯水中(除去水分,活性物质含量为90.9%),真空搅拌至浆料均匀,得到第一材料区域浆料;将10g CMC、15g SBR、25g导电炭黑SP和500g振实密度为 1.15 g/cm^3 的石墨负极活性材料完全溶解于800g高纯水中(除去水分,活性物质含量为90.9%),真空搅拌至浆料均匀,得到第二材料区域浆料;然后将两种浆料均匀地沿铜箔的长度方向涂在铜箔的两个表面上;其中,如图1和图2所示,第一材料区域浆料沿铜箔的中心线居中涂布,第一材料区域涂布单面面密度为 87.3 g/m^2 ,第一材料区域涂布宽度为4mm,第二材料区域浆料对称涂布于第一材料区域两侧,第二材料区域涂布单面面密度为 90 g/m^2 ,第二材料区域单侧涂布宽度为20mm;

[0096] (2) 将涂覆好的电极极片在 100°C 温度下真空干燥8h,对干燥完的负极极片在压力为20兆帕条件下进行辊压,压至第一材料区域和第二材料区域的单面厚度为 $54.5 \mu\text{m}$ (不含集流体),得到第一材料区域压实密度为 1.60 g/cm^3 、第二材料区压实密度为 1.65 g/cm^3 的负极极片;

[0097] (3) 将负极极片沿第一材料区域的中心线裁切成两片负极极片,裁切后每片负极极片上第一材料区域宽度为2mm,第二材料区域宽度为20mm;采用高倍光学显微镜观察极片截面确定融合区宽度为0.5mm。

[0098] 3、锂离子电池的制备

[0099] 将上述正极极片、 $9 \mu\text{m}$ 厚PE隔膜、上述裁切后的负极极片按顺序进行卷绕,然后放入电池壳中,真空中除去水分,注入电解液(溶剂为EC:DEC:EMC=5:3:2,电解质为 1 mol/L LiPF_6),注液量为 3.8 g/Ah ,经密封,老化,化成分容后,制得锂离子电池,其中,如图3所示,负极极片的第一材料区域位于电池壳的下部。

[0100] 实施例2:

[0101] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第二材料区域单侧涂布宽度为500mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0102] 实施例3:

[0103] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第二材料区域单侧涂布宽度为1000mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0104] 实施例4:

[0105] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布宽度为30mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0106] 实施例5:

[0107] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布宽度为30mm,负极第二材料区域单侧涂布宽度为500mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0108] 实施例6:

[0109] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布宽度为30mm,负极第二材料区域单侧涂布宽度为1000mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0110] 实施例7:

[0111] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布宽度为60mm,负极第二材料区域单侧涂布宽度为20mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0112] 实施例8:

[0113] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布宽度为60mm,负极第二材料区域单侧涂布宽度为500mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0114] 实施例9:

[0115] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布宽度为60mm,负极第二材料区域单侧涂布宽度为2000mm,因此裁切后负极极片上第一材料区域宽度为30mm,第二材料区域宽度为1000mm。负极第一和第二材料区域压实密度与实施例1对应材料区域相同。

[0116] 实施例10:

[0117] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $10\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $12.5\text{g}/\text{m}^2$,调整辊压力,将第一材料区域和第二材料区域的单面厚度压至 $9.6\mu\text{m}$ 。负极第一材料区域压实密度为 $1.04\text{g}/\text{cm}^3$,负极第二材料区域压实密度为 $1.30\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0118] 实施例11:

[0119] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $10\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $125\text{g}/\text{m}^2$,负极第一材料区域不进行辊压,密度为 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$,单面厚度为 $50\mu\text{m}$,调整辊压压力,将第二材料区域单面厚度压至 $75.8\mu\text{m}$ 。第二材料区域辊压压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0120] 实施例12:

[0121] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $10\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $250\text{g}/\text{m}^2$,负极第一材料区域不进行辊压,密度为 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$,厚度为 $50\mu\text{m}$ 调整辊压压力,将第二材料区域单面厚度压至 $151.5\mu\text{m}$ 。第二材料区域辊压压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0122] 实施例13:

[0123] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $100\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $125\text{g}/\text{m}^2$,调整辊压压力,将第一材料区域和第二材料区域单面厚度压至 $75.8\mu\text{m}$ 。负极第一材料区域压实密度为 $1.32\text{g}/\text{cm}^3$,第二材料区域辊压压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0124] 实施例14:

[0125] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $100\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $250\text{g}/\text{m}^2$,调整辊压压力,将第一材料区域和第二材料区域单面厚度压至 $151.5\mu\text{m}$ 。负极第一材料区域压实密度为 $0.66\text{g}/\text{cm}^3$,第二材料区域辊压压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0126] 实施例15:

[0127] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $225\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $250\text{g}/\text{m}^2$,调整辊压压力,将第一材料区域和第二材料区域单面厚度压至 $151.5\mu\text{m}$ 。负极第一材料区域压实密度为 $1.49\text{g}/\text{cm}^3$,第二材料区域辊压压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0128] 实施例16:

[0129] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $79\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $90\text{g}/\text{m}^2$,调整辊压压力,将第一材料区域和第二材料区域单面厚度压至 $54.5\mu\text{m}$ 。负极第一材料区域压实密度为 $1.45\text{g}/\text{cm}^3$,负极第二材料区域压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0130] 实施例17:

[0131] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $73.6\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布单面面密度为 $90\text{g}/\text{m}^2$,调整辊压压力,将第一材料区域和第二材料区域单面厚度压至 $54.5\mu\text{m}$ 。负极第一材料区域压实密度为 $1.35\text{g}/\text{cm}^3$,负极第二材料区域压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0132] 对比例1:

[0133] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极极片只涂覆第二材料区域浆料,涂布宽度和涂布面密度与实施例1相同。

[0134] 对比例2:

[0135] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一

材料区域涂布单面面密度为 $90\text{g}/\text{m}^2$,负极第二区域涂布双面面密度为 $87.3\text{g}/\text{m}^2$ 。负极第一材料区域压实密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$,负极第二材料区域压实密度为 $1.60\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0136] 对比例3:

[0137] 采用与实施例1相同的流程制备正极极片、负极极片及电池,区别在于:负极第一材料区域涂布单面面密度为 $300\text{g}/\text{m}^2$,负极第二材料区域涂布单面面密度为 $400\text{g}/\text{m}^2$,调整辊压压力,将第一材料区域单面和第二材料区域单面厚度压至 $187.5\mu\text{m}$ 。负极第一材料区域压实密度为 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$,负极第二材料区域压实密度为 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0138] 实施例1-17和对比例1-3的裁切后负极极片的第一和第二材料区域的宽度和密度如表1所示。

[0139] 测试例:

[0140] (1) 电解液浸润效率测试:将实施例及对比例制得的电芯进行电解液浸润效率测试,具体测试方法如下:

[0141] 取上述实施例及对比例刚注完电解液的电芯各24只放入 45°C 烘箱静置,每隔1h拆解每组中的一个电芯观察极片浸润情况,电芯最里圈极片完全被电解液覆盖浸润,说明电芯浸润完成,实验中记录每组电芯浸润完成的时间,实验结果如表1所示。

[0142] (2) 电芯循环寿命测试:将实施例及对比例制得的电芯进行电芯循环寿命测试测试,具体测试方法如下:

[0143] 取上述实施例及对比例刚注完电解液的电芯各2只,用1C/1C充放电条件在室温下循环500周,计算容量保持率(每组两只电芯第500周放电容量与第1周放电容量的比值的平均值),实验结果如表1所示。

[0144] 表1:负极极片第一和第二材料区域的宽度和密度

	第一材料 区域宽度 (mm)	第二材料 区域宽度 (mm)	第一材料 区域密度 (g/cm ³)	第二材料 区域密度 (g/cm ³)	浸润时间 (h)	循环容量 保持率
实施例 1	2	20	1.60	1.65	6	95%
实施例 2	2	500	1.60	1.65	7	94%
实施例 3	2	1000	1.60	1.65	7.5	92%
实施例 4	15	20	1.60	1.65	6	95%
实施例 5	15	500	1.60	1.65	8	91.5%
实施例 6	15	1000	1.60	1.65	9	90%
实施例 7	30	20	1.60	1.65	6	95%
实施例 8	30	500	1.60	1.65	6	95%
[0145] 实施例 9	30	1000	1.60	1.65	8	91.5%
实施例 10	2	20	1.04	1.30	5	96%
实施例 11	2	20	0.20	1.65	5.5	95.5%
实施例 12	2	20	0.20	1.65	6	95%
实施例 13	2	20	1.32	1.65	7	94%
实施例 14	2	20	0.66	1.65	8	91.5%
实施例 15	2	20	1.49	1.65	9	90%
实施例 16	2	20	1.45	1.65	5.5	95.5%
实施例 17	2	20	1.35	1.65	5	96%
对比例 1	无	20	无	1.65	11	86.5%
对比例 2	2	20	1.65	1.60	13	86%
对比例 3	2	20	1.60	2.10	14	86%

[0146] 从表1可知,实施例均比对比例浸润时间短,说明本发明的负极极片有利于提高电芯的电解液浸润效率;同时实施例均比对比例循环容量保持率高,说明本发明的负极极片有利于提高电芯的循环性能。

[0147] 对比例1的负极极片无第一材料区域,对比例2的负极极片第一材料区域的密度大于第二材料区域的密度,对比例3的负极极片第一材料区域和第二材料区域的涂布面密度太大、压实后第一材料区域和第二材料区域的厚度太大,使得对比例1-3的电解液浸润效率和循环性能不如实施例。

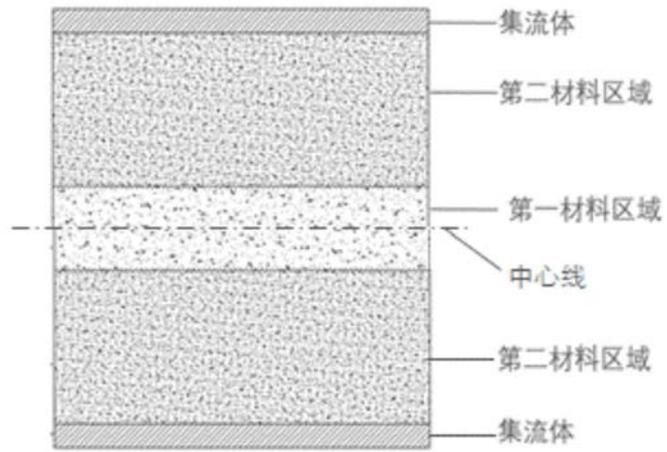


图1

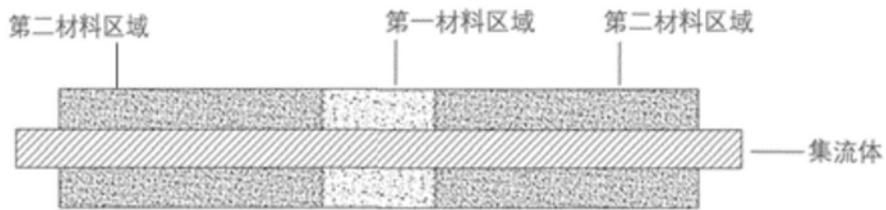


图2

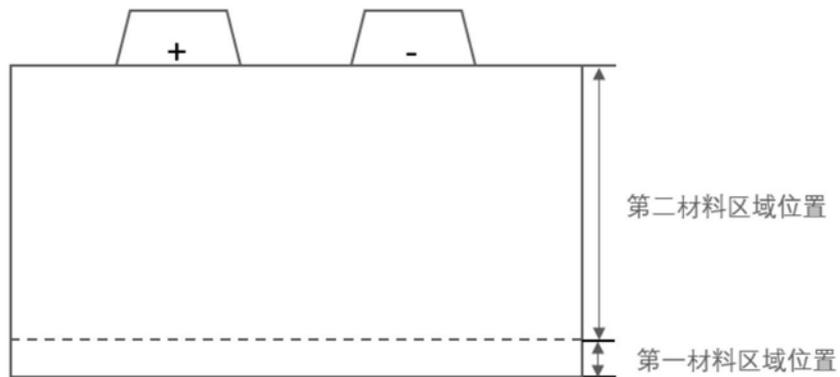


图3