



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114792807 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 27

(21) 申请号 202210414344.1

(22) 申请日 2022.04.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114792807 A

(43) 申请公布日 2022.07.26

(73) 专利权人 江阴纳力新材料科技有限公司  
地址 214446 江苏省无锡市江阴市璜土镇  
石庄华滨路26号

(72) 发明人 王成豪 李学法 张国平

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224  
专利代理师 郭玮

(51) Int. Cl.  
H01M 4/64 (2006.01)  
H01M 4/66 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 112054162 A, 2020.12.08
- WO 2019172049 A1, 2019.09.12
- CN 106784789 A, 2017.05.31
- JP 2013058451 A, 2013.03.28
- WO 2009128879 A2, 2009.10.22
- JP 2012136736 A, 2012.07.19
- WO 2012111608 A1, 2012.08.23
- US 2011244324 A1, 2011.10.06
- WO 2013055442 A1, 2013.04.18

审查员 杨磊

权利要求书1页 说明书7页 附图2页

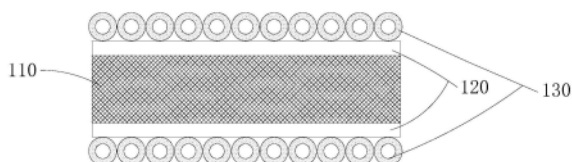
(54) 发明名称

正极富锂复合集流体及其制备方法

(57) 摘要

本申请涉及一种正极富锂复合集流体及其制备方法,正极富锂复合集流体包括高分子层、两个镀铝层和两个富锂层,两个镀铝层分别设置于高分子层相背的两个表面,两个富锂层分别设置于两个镀铝层远离高分子层的表面。上述方案通过在高分子层的表面设置镀铝层和富锂层,一方面,正极富锂复合集流体具有更高的强度和延伸率,另一方面,由于富锂层的存在,锂金属做进电池以后,可以弥补前期活性锂在形成SEI膜(solid electrolyte interface,固体电解质界面)的过程中的消耗,提升电池中活性锂的含量,不仅可以提高电池的容量,同时也可以提高电池的循环寿命。

100



1. 一种正极富锂复合集流体,其特征在于,包括高分子层、两个镀铝层和两个富锂层,两个所述镀铝层分别设置于所述高分子层相背的两个表面,两个所述富锂层分别设置于两个所述镀铝层远离所述高分子层的表面;

所述正极富锂复合集流体的厚度为3微米-30微米,其中所述高分子层的厚度为1微米-25微米,所述镀铝层的厚度为0.3微米-3.0微米,所述富锂层的厚度为0.5微米-2微米。

2. 根据权利要求1所述的正极富锂复合集流体,其特征在于,所述镀铝层与所述高分子层之间的剥离力 $\geq 2\text{N/m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的正极富锂复合集流体,其特征在于,所述高分子层包括聚乙烯、聚丙烯、PET、PPS中的至少一种中的聚合物薄膜。

4. 根据权利要求1所述的正极富锂复合集流体,其特征在于,所述镀铝层中铝的含量 $\geq 99.8\%$ 。

5. 根据权利要求1所述的正极富锂复合集流体,其特征在于,所述富锂层包括PVDF和碳包锂;其中PVDF采用均聚物结构,所述碳包锂中的碳材包含碳纳米管、SP、KS-6、S-0、石墨烯、VGCF中的至少一种。

6. 根据权利要求1所述的正极富锂复合集流体,其特征在于,所述高分子层的穿刺强度 $\geq 100\text{gf}$ ,拉伸强度MD $\geq 200\text{MPa}$ ,TD $\geq 200\text{MPa}$ ,延伸率MD $\geq 30\%$ ,TD $\geq 30\%$ 。

7. 一种正极富锂复合集流体的制备方法,用于制备如权利要求1-6任一所述的正极富锂复合集流体,其特征在于,包括以下步骤:

在所述高分子层相背的两个表面均蒸镀高纯度铝,形成所述镀铝层;

在两个所述镀铝层远离所述高分子层的表面涂覆碳包锂浆料,形成所述富锂层,获得正极富锂复合集流体。

8. 根据权利要求7所述的正极富锂复合集流体的制备方法,其特征在于,还包括步骤制备碳包锂浆料,包括:

碳包锂颗粒制备;

将PVDF溶入有机溶剂中,真空状态下,搅拌60-100min,获得混合溶剂;

将所述碳包锂颗粒加入所述混合溶剂,真空状态下,搅拌100-150min,获得碳包锂浆料。

9. 根据权利要求8所述的正极富锂复合集流体的制备方法,其特征在于,所述碳包锂颗粒制备包括以下步骤:

将纯锂用惰性气体进行气化粉碎,获得粒径D50为0.5-1.0 $\mu\text{m}$ 的锂粉;

将所述锂粉和碳粉加入反应釜,真空搅拌以进行包覆,获得碳包锂混合粉;

将所述碳包锂混合粉在真空环境下进行烧结作业,获得碳包锂颗粒。

## 正极富锂复合集流体及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术领域,特别是涉及一种正极富锂复合集流体及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 集流体是指汇集电流的结构或零件,在锂离子电池上主要指的是金属箔,如铜箔、铝箔。泛指也可以包括极耳。集流体的作用主要是通过涂覆将粉状的活性物质连接起来,将活性物质产生的电流汇集输出、将电极电流输入给活性物质。

[0003] 常规的非水性二次电池的正极集流体采用的是高纯铝箔,其采用以下步骤制作而成:电解铝熔液加入铝锭;采用纯氮气或纯氩气向熔体中喷精炼剂进行精炼,充分搅拌均匀后静置;逆向加入铝钛硼丝进行晶粒细化,然后在除气箱内用纯氮气或纯氩气对铝液进行除气处理,除气后采用泡沫陶瓷过滤片对铝液进行过滤净化处理;净化后的铝液送铸轧机铸轧,铸轧出厚度为5.0-10.0mm的坯料;再将坯料冷轧、退火,最终获得铝箔所需厚度,完成集流体的制作。

[0004] 上述方案中的集流体为单一金属材质,使用功能单一,用在电池内部只能用来承载正极,收集电流,无法提供更多的使用功能。

### 发明内容

[0005] 基于此,有必要提供一种正极富锂复合集流体及其制备方法,旨在解决现有技术存在的集流体功能单一的问题。

[0006] 一方面,本申请提供一种正极富锂复合集流体,包括高分子层、两个镀铝层和两个富锂层,两个所述镀铝层分别设置于所述高分子层相背的两个表面,两个所述富锂层分别设置于两个所述镀铝层远离所述高分子层的表面。

[0007] 上述方案通过在高分子层的表面设置镀铝层和富锂层,一方面,正极富锂复合集流体具有更高的强度和延伸率,另一方面,由于富锂层的存在,锂金属做进电池以后,可以弥补前期活性锂在形成SEI膜(solid electrolyte interface,固体电解质界面)的过程中的消耗,提升电池中活性锂的含量,不仅可以提高电池的容量,同时也可以提高电池的循环寿命。

[0008] 下面对本申请的技术方案作进一步的说明:

[0009] 在任意实施方式中,所述正极富锂复合集流体的厚度为3微米-30微米,其中所述高分子层的厚度为1微米-25微米,所述镀铝层的厚度为0.3微米-3.0微米,所述富锂层的厚度为0.5微米-2微米。

[0010] 在任意实施方式中,所述镀铝层与所述高分子层之间的剥离力 $\geq 2\text{N/m}$ 。

[0011] 在任意实施方式中,所述高分子层包括聚乙烯、聚丙烯、PET、PPS中的至少一种中的聚合物薄膜。

[0012] 在任意实施方式中,所述镀铝层中铝的含量 $\geq 99.8\%$ 。

[0013] 在任意实施方式中,所述富锂层包括PVDF和碳包锂;其中PVDF采用均聚物结构,所

述碳包锂中的碳材包含碳纳米管、SP、KS-6、S-0、石墨烯、VGCF中的至少一种。

[0014] 在任意实施方式中,所述高分子层的穿刺强度 $\geq 100\text{gf}$ ,拉伸强度MD $\geq 200\text{MPa}$ ,TD $\geq 200\text{MPa}$ ,延伸率MD $\geq 30\%$ ,TD $\geq 30\%$ 。

[0015] 第二方面,本申请提供一种正极富锂复合集流体的制备方法,用于制备如上任一实施方式中所述的正极富锂复合集流体,包括以下步骤:

[0016] 通过真空镀膜设备在所述高分子层相背的两个表面均蒸镀高纯度铝,形成所述镀铝层;

[0017] 将所述碳包锂浆料涂覆在两个所述镀铝层远离所述高分子层的表面,形成所述富锂层,获得正极富锂复合集流体。

[0018] 下面对本申请的技术方案作进一步的说明:

[0019] 在任意实施方式中,所述制备碳包锂浆料还包括步骤制备碳包锂浆料,包括:

[0020] 碳包锂颗粒制备;

[0021] 将PVDF溶入有机溶剂中,真空状态下,搅拌60-100min,获得混合溶剂;

[0022] 将所述碳包锂颗粒加入所述混合溶剂,真空状态下,搅拌100-150min,获得碳包锂浆料。

[0023] 在任意实施方式中,所述碳包锂颗粒制备包括以下步骤:

[0024] 将纯锂用惰性气体进行气化粉碎,获得粒径D50为0.5-1.0 $\mu\text{m}$ 的锂粉;

[0025] 将所述锂粉和碳粉加入反应釜,真空搅拌以进行包覆,获得碳包锂混合粉;

[0026] 将所述碳包锂混合粉在真空环境下进行烧结作业,获得碳包锂颗粒。

## 附图说明

[0027] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施方式及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0028] 为了更清楚地说明本申请实施方式中的技术方案,下面将对实施方式描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施方式,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。

[0029] 图1是本申请一实施方式所示的正极富锂复合集流体的结构示意图;

[0030] 图2是图1中的富锂层中的碳包锂颗粒的结构示意图;

[0031] 图3是本申请一实施方式所示的正极富锂复合集流体的制备方法的流程图。

[0032] 附图标记说明:

[0033] 100、正极富锂复合集流体;110、高分子层;120、镀铝层;130、富锂层。

## 具体实施方式

[0034] 为使本申请的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本申请的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请。但是本申请能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本申请内涵的情况下做类似改进,因此本申请不受下面公开的具体实施方式的限制。

[0035] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的

技术人员通常理解的含义相同；本文中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的，不是旨在于限制本申请；本申请的说明书和权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。

[0036] 在本申请实施方式的描述中，术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0037] 在本申请的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

[0038] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

[0039] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0040] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0041] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“上”、“下”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的，并不表示是唯一的实施方式。

[0042] 下面结合附图，说明本申请的较佳实施方式。

[0043] 如图1所示，为本申请一实施方式展示的一种正极富锂复合集流体100，包括高分子层110、两个镀铝层120和两个富锂层130，两个镀铝层120分别设置于高分子层110相背的两个表面，两个富锂层130分别设置于两个镀铝层120远离高分子层110的表面。

[0044] 锂离子电池是一种二次电池(充电电池)，它主要依靠锂离子在正极和负极之间移动来工作。在充放电过程中， $\text{Li}^+$ 在两个电极之间往返嵌入和脱嵌：充电时， $\text{Li}^+$ 从正极脱嵌，经过电解质嵌入负极，负极处于富锂状态；放电时则相反。

[0045] 高分子层110采用轻量化高分子材料，使得正极富锂复合集流体100的重量比纯金属集流体低。

[0046] 镀铝层120设置于高分子层110的表面,其能够利用金属的物理性质,提高高分子层110的强度。

[0047] 富锂层130中包含锂元素,用于弥补前期活性锂在形成SEI膜(solid electrolyte interface,固体电解质界面)的过程中的消耗。富锂层130中并不限定所包含的锂元素的含量高低,在一定范围内,锂元素的含量越高对电池内前期活性锂的消耗的弥补越多,电池中活性锂的含量也就越高。富锂层130中富锂的含义在于:相较于现有技术中电池内的活性锂在形成SEI膜的过程中进行消耗且未进行补充,本实施方式中对电池内的活性锂进行补充,以使得本实施方式中的电池中的锂含量相较于现有技术电池中的锂含量更高。

[0048] 上述方案通过在高分子层110的表面设置镀铝层120和富锂层130,一方面,正极富锂复合集流体100具有更高的强度和延伸率,另一方面,由于富锂层130的存在,锂金属做进电池以后,可以弥补前期活性锂在形成SEI膜的过程中的消耗,提升电池中活性锂的含量,不仅可以提高电池的容量,同时也可以提高电池的循环寿命。

[0049] 根据本申请的一些实施方式,可选地,正极富锂复合集流体100的厚度为3微米( $\mu\text{m}$ )-30微米,其中高分子层110的厚度为1微米-25微米,镀铝层120的厚度为0.3微米-3.0微米,富锂层130的厚度为0.5微米-2微米。正极富锂复合集流体100的厚度相比纯金属集流体小,从而将电池内更多空间让渡给活性物质。

[0050] 根据本申请的一些实施方式,可选地,镀铝层120与高分子层110之间的剥离力 $\geq 2\text{N/m}$ 。剥离力是指粘贴在一起的材料,从接触面进行单位宽度剥离时所需要的最大力。它反映材料的粘结强度。

[0051] 通过镀铝层120与高分子层110之间的剥离力 $\geq 2\text{N/m}$ ,可以减少镀铝层120和高分子层110短路点受力开裂剥离。

[0052] 根据本申请的一些实施方式,可选地,高分子层110包括聚乙烯、聚丙烯、PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PPS(聚苯硫醚)中的至少一种中的聚合物薄膜。高分子层110可以包括上述中的一种或多种,以上所列举的多种高分子材料的多种组合方式,均属于本申请所包含的范围内。

[0053] 根据本申请的一些实施方式,可选地,镀铝层120中铝的含量 $\geq 99.8\%$ 。

[0054] 请参阅图2,根据本申请的一些实施方式,可选地,富锂层130包括PVDF(聚偏氟乙烯)和碳包锂。其中PVDF采用均聚物结构。碳包锂的结构如图2所示,中心处为锂金属,在锂金属的外部通过大量的碳进行包裹。碳包锂中的碳材包含碳纳米管、SP(卡宾)、KS-6(各向同性的类球形人造石墨)、S-0、石墨烯、VGCF(气相生长碳纤维)中的至少一种。碳包锂中的碳材可以包含上述中的一种或多种,以上所列举的多种碳材的多种组合方式均属于本申请所包含的范围内。

[0055] PVDF(聚偏氟乙烯)具有良好的介电性,压电性。碳常作为电池的导电剂使用,在富锂层130中的碳材能够提升正极富锂复合集流体100的电子传输能力,而富锂层130中的锂金属做进电池以后,可以弥补前期活性锂在形成SEI膜的过程中的消耗,提升电池中活性锂的含量,不仅可以提高电池的容量,同时也可以提高电池的循环寿命。

[0056] 根据本申请的一些实施方式,可选地,高分子层110的穿刺强度 $\geq 100\text{gf}$ ,拉伸强度MD(Machine Direction,纵向) $\geq 200\text{MPa}$ ,TD(transverse direction,横向) $\geq 200\text{MPa}$ ,延伸率MD $\geq 30\%$ ,TD $\geq 30\%$ 。

[0057] 穿刺强度是隔膜的一项重要指标,其通过顶针穿过隔膜时所需施加的力以衡量隔膜的强度。拉伸强度是材料由均匀塑性形变向局部集中塑性变形过渡的临界值,也是材料在静拉伸条件下的最大承载能力。延伸率即试样拉伸断裂后标距段的总变形 $\Delta L$ 与原标距长度 $L$ 之比的百分数: $\delta = \Delta L/L \times 100\%$ 。

[0058] 而以上实施方式中的正极富锂复合集流体100,由于在高分子层110的表面设置镀铝层120,正极富锂复合集流体100具有更高的强度和延伸率,正极富锂复合集流体100的穿刺强度 $\geq 50\text{gf}$ ;拉伸强度 $MD \geq 150\text{MPa}$ , $TD \geq 150\text{MPa}$ ;延伸率 $MD \geq 10\%$ , $TD \geq 10\%$ 。且由于富锂层130的存在,碳提升了复合集流体的电子传输能力,提升电池中活性锂的含量,正极富锂复合集流体100上下方阻均 $\leq 50\text{m}\Omega$ 。(方阻就是方块电阻,指一个正方形的薄膜导电材料边到边“之”间的电阻。)

[0059] 本申请提供一种正极富锂复合集流体100的制备方法,用于制备如上任一实施方式中的正极富锂复合集流体100,包括以下步骤:S01:在高分子层110相背的两个表面均蒸镀高纯度铝,形成镀铝层120。其中,可以采用真空镀膜设备在高分子层110表面蒸镀,真空镀膜设备可以是磁控溅射装置或者真空蒸镀装置。S03:将碳包锂浆料涂覆在两个镀铝层120远离高分子层110的表面,形成富锂层130,获得正极富锂复合集流体100。

[0060] 高纯度铝可以是高纯铝锭。将高纯铝锭通过真空蒸镀装置把铝镀到高分子层110的表面,并对高分子薄膜上下两层分别进行蒸镀。

[0061] 蒸镀工艺参数可以是:放卷张力为5-30N,收卷张力为5-25N,蒸镀速度为 $> 10\text{m}/\text{min}$ ,蒸发温度为 $> 600^\circ\text{C}$ ,真空度为 $< 10^{-2}\text{Pa}$ 。

[0062] 在将碳包锂浆料涂覆在两个镀铝层120远离高分子层110的表面时,可以在湿度 $< 1\%$ 的环境下进行涂覆作业。

[0063] 在一些实施方式中,在S03:将碳包锂浆料涂覆在两个镀铝层120远离高分子层110的表面,形成富锂层130后,还需要进行分切收卷、真空包装,以获得正极富锂复合集流体100。

[0064] 根据本申请的一些实施方式,可选地,还包括以下步骤S02:制备碳包锂浆料。包括:S021:碳包锂颗粒制备。S022:将PVDF溶于有机溶剂中,真空状态下,搅拌60-100min,获得混合溶剂。S023:将碳包锂颗粒加入混合溶剂,真空状态下,搅拌100-150min,获得碳包锂浆料。

[0065] 在步骤S022和步骤S023中,搅拌时可以采用高速搅拌,搅拌速度 $\geq 500\text{r}/\text{min}$ 。优选地,搅拌速度为 $1000\text{r}/\text{min}$ 。

[0066] 在一些实施方式中,有机溶剂可以采用NMP(N-甲基吡咯烷酮)或者DMAC(二甲基乙酰胺)。在本实施方式中,以有机溶剂为NMP为例。浆料质量比例为碳包锂:PVDF:NMP=1:0.01-0.015:10-15。

[0067] NMP(N-甲基吡咯烷酮)是一种有机物,化学式为 $\text{C}_5\text{H}_9\text{N}$ ,为无色至淡黄色透明液体,稍有氨气味,与水以任何比例混溶,溶于乙醚,丙酮及酯、卤代烃、芳烃等各种有机溶剂,几乎与所有溶剂完全混合。

[0068] 根据本申请的一些实施方式,可选地,S021:碳包锂颗粒制备包括以下步骤:S0211:将纯锂用惰性气体进行气化粉碎,获得粒径 $D_{50}$ 为 $0.5-1.0\mu\text{m}$ 的锂粉。S0212:将锂粉和碳粉加入反应釜,真空搅拌以进行包覆,获得碳包锂混合粉。S0213:将碳包锂混合粉在真

空环境下进行烧结作业,获得碳包锂颗粒。

[0069] 在步骤S0212中,搅拌时可以采用高速搅拌,搅拌速度 $\geq 500\text{r/min}$ 。优选地,搅拌速度为 $1000\text{r/min}$ 。

[0070] D50:一个样品的累计粒度分布百分数达到50%时所对应的粒径。它的物理意义是粒径大于它的颗粒占50%,小于它的颗粒也占50%,D50也叫中位径或中值粒径。

[0071] 在一些实施方式中,在S0213:将碳包锂混合粉在真空环境下进行烧结作业,获得碳包锂颗粒之后,还可以进行真空密封包装以保存碳包锂颗粒。

[0072] 根据上述实施方式,可以采用以下工艺制备8微米正极富锂复合集流体100(标记为实施一):

[0073] 1.选取4微米厚度的高分子薄膜及99.9%高纯铝锭,将高分子薄膜以及高纯铝锭分别投入到真空镀膜设备上,工艺采用真空蒸镀工艺;将高纯铝锭通过真空蒸镀装置把铝镀到高分子薄膜上面,对高分子薄膜上下两层分别进行蒸镀1微米的厚度。其中,蒸镀工艺参数为:放卷张力为8N,收卷张力为6N,蒸镀速度为 $80\text{m/min}$ ,蒸发温度为 $680^\circ\text{C}$ ,真空度为 $6 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 。

[0074] 2.碳包锂颗粒的制备:将纯锂用惰性气体先进行气化粉碎粒径D50为 $0.6\mu\text{m}$ 的锂粉;将锂粉在真空环境(真空度为 $6 \times 10^{-2}\text{Pa}$ )下反应釜中用碳粉通过高速搅拌进行包覆,包覆后的粒径为0.8微米;包覆完成后在真空环境(真空度为 $6 \times 10^{-2}\text{Pa}$ )下进行烧结作业,真空度为 $5 \times 10^{-2}\text{Pa}$ ;烧结完成后进行真空密封包装。

[0075] 3.碳包锂浆料的制备;先将PVDF溶入有机溶剂中,真空状态(真空度为 $6 \times 10^{-2}\text{Pa}$ )下,高速搅拌80min;加入已经制成的碳包锂颗粒,真空状态(真空度为 $6 \times 10^{-2}\text{Pa}$ )下,高速搅拌120min;浆料质量比例为碳包锂:PVDF:NMP=1:0.012:10;

[0076] 4.将已经制备好的碳包锂浆料在湿度 $< 1\%$ 的环境下进行涂覆作业。

[0077] 5.涂覆完成后进行分切收卷、真空包装作业。

[0078] 作为对比,制造8微米传统铝箔正极集流体可以采用以下步骤(标记为对比一):

[0079] 1.电解铝熔液送至熔炼炉,加入占电解铝熔液总重量30%的铝锭,控制熔体温度为 $770^\circ\text{C}$ ,调整熔体中各元素成分的质量百分比为Si:0.15%,Fe:0.48%,Cu:0.13%,Mn:1.3%,Ti:0.03%、余量为Al;

[0080] 采用纯氮气或纯氩气向熔体中喷精炼剂进行精炼,充分搅拌均匀,精炼时间为9分钟,然后静置20分钟,除去铝液表面的浮渣,倒入静置炉内,控制静置炉内温度为 $755^\circ\text{C}$ ;

[0081] 将静置炉中的铝液送入流槽中,逆向加入铝钛硼丝进行晶粒细化,然后在除气箱内用纯氮气或纯氩气对铝液进行除气处理,除气后采用泡沫陶瓷过滤片对铝液进行过滤净化处理;

[0082] 净化后的铝液送铸轧机铸轧,铸轧出厚度为4.0mm的坯料。

[0083] 2.原料经精炼、铸轧后得到厚度为4.0mm的坯料。

[0084] 3.将步骤a得到的坯料冷轧至4.0mm厚度后进行均匀化退火,均匀化退火温度为 $470^\circ\text{C}$ ,退火时间为25小时。

[0085] 4.将均匀化退火后的坯料冷轧至0.5mm厚度,然后进行再结晶退火,再结晶退火的温度为 $300^\circ\text{C}$ ,退火时间为15小时。

[0086] 5.将再结晶退火后的坯料轧至8微米铝箔。

[0087] 将实施一所制作的8微米复合集流体与对比一所制作的8微米传统铝箔正极集流体进行对比,如下表:

方案	首效 (%)	循环寿命 (周)	MD 拉伸强度 (MPa)	TD 拉伸强度 (MPa)	MD 延伸率 (%)	TD 延伸率 (%)	穿刺强度 (gf)
实施一	90	1500	300	280	33	30	320
对比一	85	1200	189	175	6	4	95

[0089] 通过对比,相较于现有技术,一方面,同等厚度的集流体,本申请所提供的正极富锂复合集流体100的拉伸强度和延展性大幅度提升。第二方面,本申请所提供的正极富锂复合集流体100在制作锂电池之后,锂电的首效提升了5%,电池的循环寿命由原来的1200周提升至1500周。

[0090] 最后应说明的是:以上各实施方式仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施方式对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施方式所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施方式技术方案的范围,其均应涵盖在本申请的权利要求和说明书的范围当中。尤其是,只要不存在结构冲突,各个实施方式中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本申请并不局限于文中公开的特定实施方式,而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

100

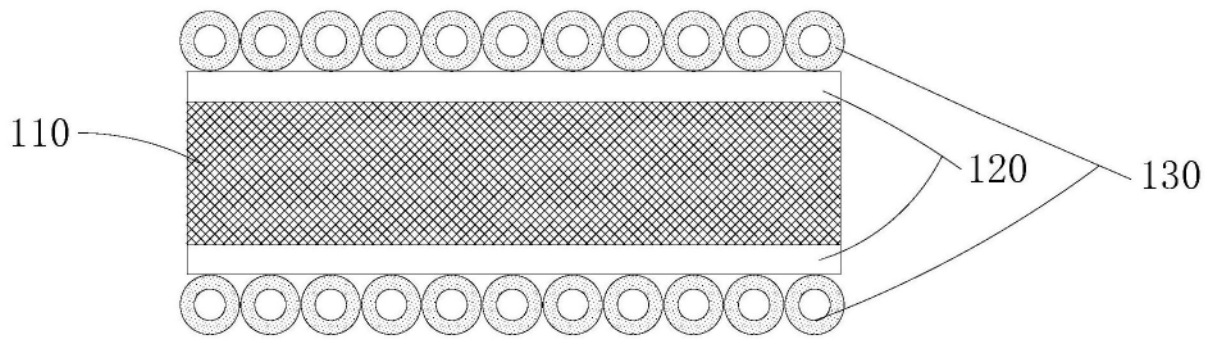


图1

130

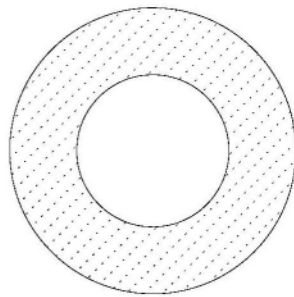


图2

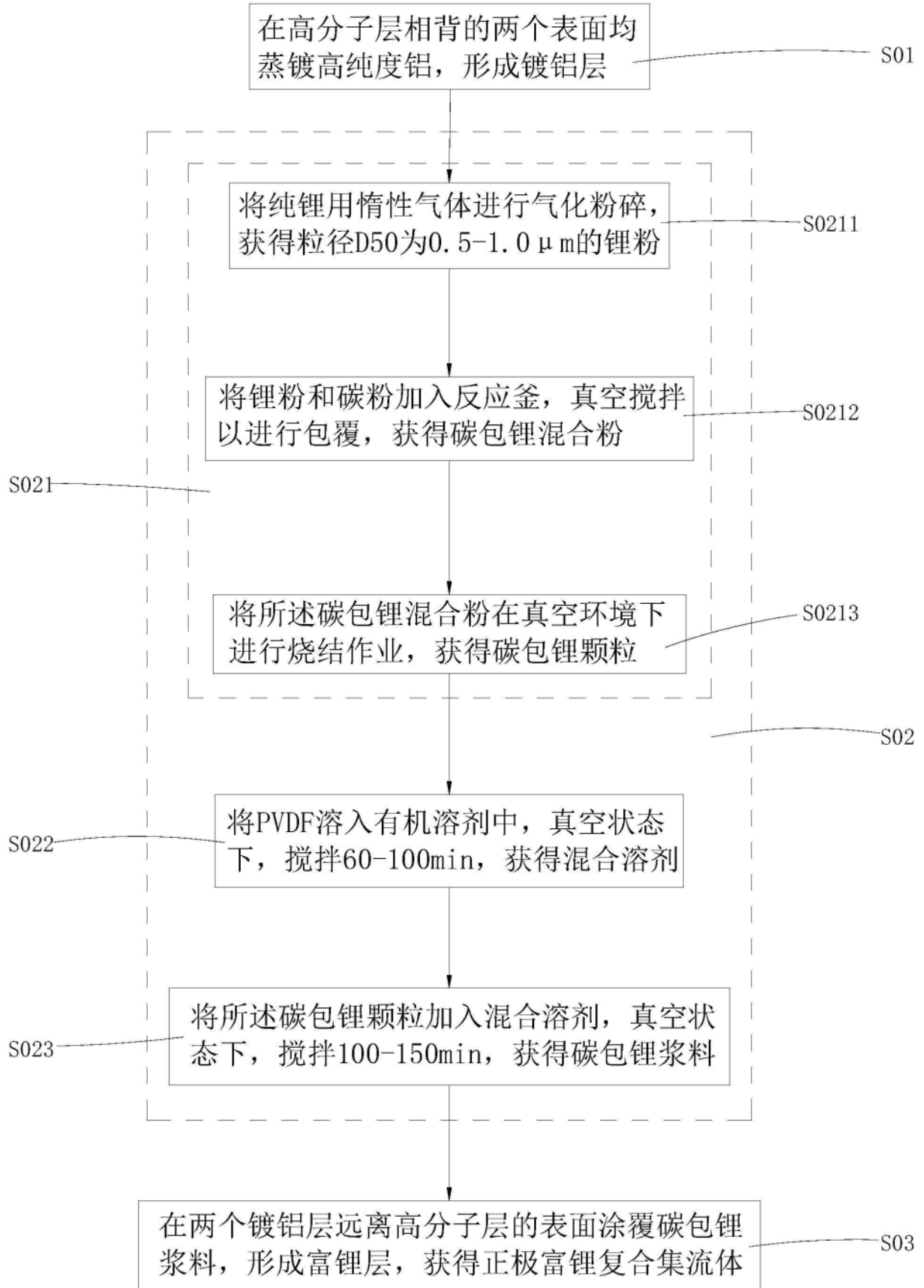


图3