



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110600673 A

(43)申请公布日 2019.12.20

(21)申请号 201910818808.3

(22)申请日 2019.08.30

(71)申请人 长沙锂安能电子科技有限公司  
地址 410600 湖南省长沙市宁乡高新技术产业园区金洲北路001号

(72)发明人 吴达红

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有  
限公司 44205  
代理人 赵琴娜

(51) Int. Cl.

H01M 4/04(2006.01)

H01M 4/66(2006.01)

H01M 4/13(2010.01)

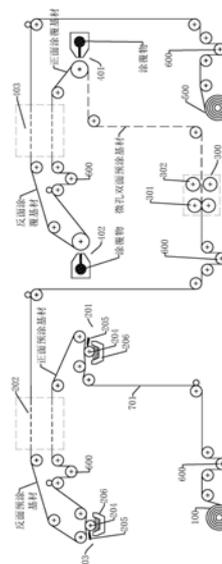
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种双面涂覆一体化三维基材制造方法和制造设备

(57)摘要

本发明公开了一种双面涂覆一体化三维基材制造方法和制造设备,该方法包括:在基材两面预涂导电层;从预涂后的基材的至少一面加工出若干贯穿的微孔,在基材两面涂布活性物质层,使活性物质层位于所述导电层上以及填充在所述微孔中并连为一体。该方法可提高活性物质的涂覆量及其与基材之间的粘合面积,减少微孔加工缺陷的产生,保证三维基材内部结构和涂覆一致性,同时水分、电解质、活性物质中的传导离子等成分可以更高效地通过微孔实现三维互通,提高电池的安全性、生产效率、充放电倍率和循环寿命。



CN 110600673 A

1. 一种双面涂覆一体化三维基材制造方法,其特征在于,包括步骤:

S1、在基材两面预涂导电层;

S2、从经步骤S1预涂后的基材的至少一面加工出若干贯穿的微孔,得到三维预涂基材;

S3、在所述三维预涂基材两面涂布活性物质层,所述活性物质层位于所述导电层上以及填充在所述微孔中,并通过位于所述微孔中的活性物质层将所述三维预涂基材两面的活性物质层连为一体。

2. 根据权利要求1所述的双面涂覆一体化三维基材制造方法,其特征在于,步骤S2中,所述微孔为毛刺微孔,孔径 $1\sim 200\mu\text{m}$ ,孔密度 $1\sim 20000\text{孔}/\text{mm}^2$ ,孔隙率 $0.1\sim 90\%$ ,毛刺高度 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求2所述的双面涂覆一体化三维基材制造方法,其特征在于,还包括对所述毛刺微孔进行碾压的操作,用于调控毛刺高度及毛刺方向。

4. 一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,其特征在于,包括沿基材走向依次设置的放卷单元、双面预涂单元、微孔加工单元,双面涂覆单元和收卷单元;

所述双面预涂单元,用于在基材两面预涂导电层并干燥;

所述微孔加工单元,用于从预涂后的所述基材的至少一面加工出若干贯穿的微孔;

所述双面涂覆单元,用于在经预涂及微孔加工后的基材两面涂布活性物质层并干燥,使得所述活性物质层位于所述导电层上以及填充在所述微孔中,并通过位于所述微孔中的活性物质层将所述三维预涂基材两面的活性物质层连为一体。

5. 根据权利要求4所述的一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,其特征在于,所述双面预涂单元,包括沿基材走向依次设置的正面预涂单元、第一干燥箱和反面预涂单元,所述第一干燥箱设有与所述正面预涂单元和所述反面预涂单元一一对应的双层烘道。

6. 根据权利要求4所述的一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,其特征在于,所述双面涂覆单元,包括沿基材走向依次设置的正面涂覆单元、第二干燥箱、反面涂覆单元,所述第二干燥箱设有与所述正面涂覆单元和所述反面涂覆单元一一对应的双层烘道。

7. 根据权利要求6所述的一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,其特征在于,所述正面涂覆单元和反面涂覆单元均采用挤压涂布,所述正面涂覆单元的涂覆模头与基材正面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第一负压腔体,所述基材反面外侧对应设置有第三负压腔体;所述反面涂覆单元的涂覆模头与基材反面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第二负压腔体,所述基材正面外侧对应设置有第四负压腔体。

8. 根据权利要求4所述的一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,其特征在于,所述双面涂覆单元,包括正面涂覆单元、反面涂覆单元、若干展平辊、第二干燥箱,所述正面涂覆单元和反面涂覆单元相对设置构成正反面同时涂覆单元,所述正反面同时涂覆单元、若干展平辊、第二干燥箱沿基材走向依次设置,所述正面涂覆单元和反面涂覆单元采用挤压涂布,基材正反面两侧边留白或者在其正反面对应区域沿基材长度方向间隔均匀设有若干留白区域,所述若干展平辊用于夹持涂覆后基材两面的留白区域使基材平整。

9. 根据权利要求8所述的一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,其特征在于,所述正面涂覆单元的涂覆模头与基材正面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第一负压腔体,所述反面涂覆单元的涂覆模头与基材反面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第二负压腔体,所述第一负压腔体和第二负压腔体对称设置在基材的正反面外侧。

10. 一种电池,包括壳体和封装在壳体内的电极和电解质,其特征在于,所述电极为采用权利要求1-3任一项所述的方法制得的三维基材,所述电极用作正极或负极时,活性物质层由相应的正极活性物质或负极活性物质制成。

## 一种双面涂覆一体化三维基材制造方法和制造设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及卷材涂布、加工和电池技术领域，具体涉及一种双面涂覆一体化三维基材制造方法和制造设备。

### 背景技术

[0002] 随着电子设备、电动汽车的普及，二次电池被广泛使用。传统的二次电池大多在二维的金属箔材表面涂布活性物质制成电极，为提高金属箔材与活性物质之间的粘接力，需要加入粘接剂，影响电池的能量密度和循环寿命，且这种无孔电极，水分的烘干及电解质的扩散一致性有限。

[0003] 在金属箔材上设置通孔被认为是一种能改善电极电性能的方法，如公开号为CN107871873A的中国专利所公开的，通过在金属箔表面分布微米级穿孔，可以增大活性物质与箔材之间的粘合面积，提高电解质的注入效率和水分烘干效率，提高电池的充放电倍率和产能。这种方法的缺陷是，在机械穿孔过程中可能产生裂纹、裂口等物理缺陷，限制了电池性能的改善幅度。

[0004] 为此，中国专利CN107317035A公开了一种微孔涂碳铝箔的制备方法，在微孔铝箔表面涂覆导电浆料，弥补了因通孔造成的物理缺陷，且涂覆物以H型结构粘附在铝箔两面，后续将活性物质涂覆在导电层表面，不易掉落。其缺陷是，孔内填充了导电浆料，影响了传导离子通过。此外，导电浆料的导流性有限，为保证电池性能，通常涂覆厚度有限，一般为几微米，这种方式很难控制涂布均匀性及涂布厚度，比如穿孔孔径过大，薄涂时难以形成H型结构，且孔内导电浆料分布不均，影响电池性能，若孔径过小，导电浆料可能架设在微孔的上下开口处，而难以渗透进孔内，反而会增大内阻。

### 发明内容

[0005] 为解决现有技术的上述问题，第一方面，提供一种双面涂覆一体化三维基材制造方法，包括步骤：

[0006] S1、在基材两面预涂导电层；

[0007] S2、从经步骤S1预涂后的基材的至少一面加工出若干贯穿的微孔，得到三维预涂基材；

[0008] S3、在所述三维预涂基材两面涂布活性物质层，所述活性物质层位于所述导电层上以及填充在所述微孔中，并通过位于所述微孔中的活性物质层将所述三维预涂基材两面的活性物质层连为一体。

[0009] 优选的，步骤S1的涂布方法为逆向微凹版涂布，单面的涂布厚度优选为0.1~50μm。

[0010] 优选的，步骤S2中，所加工的所述微孔为毛刺微孔，孔径1~200μm，孔密度1~20000孔/mm<sup>2</sup>，孔隙率0.1~90%，毛刺高度≤0.1mm。更优选的，还包括对所述毛刺微孔进行碾压的操作，以调控毛刺高度及毛刺方向。

- [0011] 优选的,步骤S2中,微孔加工方式为辊压。
- [0012] 优选的,步骤S3的涂布方式为挤压涂布,单面的涂布厚度优选为0.1~200 $\mu\text{m}$ 。
- [0013] 第二方面,提供一种电池,包括壳体和封装在壳体内部的电极和电解质,其特征在于,所述电极为采用上述方法制得的三维基材,所述电极用作正极或负极时,活性物质层由相应的正极活性物质或负极活性物质制成。
- [0014] 第三方面,提供一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,包括沿基材走向依次设置的放卷单元、双面预涂单元、微孔加工单元,双面涂覆单元和收卷单元;
- [0015] 所述双面预涂单元,用于在基材两面预涂导电层并干燥;
- [0016] 所述微孔加工单元,用于从预涂后的所述基材的至少一面加工出若干贯穿的微孔;
- [0017] 所述双面涂覆单元,用于在经预涂及微孔加工后的基材两面涂布活性物质层并干燥,使得所述活性物质层位于所述导电层上以及填充在所述微孔中,并通过位于所述微孔中的活性物质层将所述三维预涂基材两面的活性物质层连为一体。
- [0018] 优选的,所述双面预涂单元,包括沿基材走向依次设置的正面预涂单元、第一干燥箱和反面预涂单元,所述第一干燥箱设有与所述正面预涂单元和所述反面预涂单元一一对应的双层烘道。
- [0019] 优选的,所述双面预涂单元的涂布方式为逆向微凹版涂布,涂布厚度优选为0.1~50 $\mu\text{m}$ 。
- [0020] 优选的,所述正面预涂单元和所述反面预涂单元均包括微凹计量辊、刮刀和浆料槽,所述微凹计量辊部分浸在所述浆料槽中,通过旋转带起浆料,并利用刮刀定量、基材速度、微凹计量辊旋转速度来控制导电层厚度。
- [0021] 优选的,所述双面涂覆单元,包括沿基材走向依次设置的正面涂覆单元、第二干燥箱、反面涂覆单元,所述第二干燥箱设有与所述正面涂覆单元和所述反面涂覆单元一一对应的双层烘道。
- [0022] 优选的,所述正面涂覆单元和反面涂覆单元均采用挤压涂布,涂覆厚度分别为0.1~200 $\mu\text{m}$ 。
- [0023] 优选的,所述正面涂覆单元的涂覆模头与基材正面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第一负压腔体,所述基材反面外侧对应设置有第三负压腔体;所述反面涂覆单元的涂覆模头与基材反面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第二负压腔体,所述基材正面外侧对应设置有第四负压腔体。
- [0024] 优选的,所述第一负压腔体和第二负压腔体均由两个相互连通的子腔体构成,其中一个子腔体设置在相应的涂覆模头上,另一个子腔体设置在该涂覆模头与基材之间。
- [0025] 优选的,所述双面涂覆单元,包括正面涂覆单元、反面涂覆单元、若干展平辊、第二干燥箱,所述正面涂覆单元和反面涂覆单元相对设置构成正反面同时涂覆单元,所述正反面同时涂覆单元、若干展平辊、第二干燥箱沿基材走向依次设置,所述正面涂覆单元和反面涂覆单元采用挤压涂布,基材正反面两侧边留白或者在其正反面对应区域沿基材长度方向间隔均匀设有若干留白区域,所述若干展平辊用于夹持涂覆后基材两面的留白区域使基材平整。
- [0026] 优选的,所述正面涂覆单元的涂覆模头与基材正面待涂覆表面之间且靠近模唇的

位置设置有第一负压腔体,所述反面涂覆单元的涂覆模头与基材反面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第二负压腔体,所述第一负压腔体和第二负压腔体对称设置在基材的正反面外侧。

[0027] 优选的,所述第一负压腔体和第二负压腔体均由两个相互连通的子腔体构成,其中一个子腔体设置在相应的涂覆模头上,另一个子腔体设置在该涂覆模头与基材之间。

[0028] 优选的,经所述微孔加工单元加工的所述微孔为毛刺微孔,孔径 $1\sim 200\mu\text{m}$ ,孔密度 $1\sim 20000\text{孔}/\text{mm}^2$ ,孔隙率 $0.1\sim 90\%$ ,毛刺高度 $\leq 0.1\text{mm}$ ;或者为无毛刺孔,孔径 $1\sim 200\mu\text{m}$ ,孔密度 $1\sim 20000\text{孔}/\text{mm}^2$ ,孔隙率 $0.1\sim 90\%$ 。

[0029] 优选的,微孔加工方式为辊压。

[0030] 优选的,所述微孔单元包括一对辊压模组和厚度辊,两所述辊压模组上均设有相互配合的凸起和凹孔,用于在基材正反两面形成对穿的毛刺微孔,然后通过厚度辊对毛刺进行碾压,以调控毛刺高度及毛刺方向。

[0031] 本发明的一个或多个实施例至少具有以下有益效果:

[0032] 导电层用于增加基材对活性物质的浸润性和附着力,降低内阻,为避免影响电池性能,对导电层厚度及均匀性有较高要求,在基材两面先预涂导电层,可以很好地控制预涂均匀性,更为重要的是,导电层对基材具有保护作用,有效减少了微孔加工时缺陷产生,并从整体上保证了预涂及微孔结构的一致性。进一步,当加工的微孔为毛刺微孔时,在基材表面及毛刺微孔的内外壁均附着有导电层,能同时提高活性物质与基材表面及微孔之间的粘接力,同时由于微孔不会被导电层填充,导电层表面及微孔的空腔内全部用于填充活性物质,提高了活性物质的填充量,保证活性物质与基材之间的粘合面积以及电池极片内部结构的一致性,提高能量密度及电池的充放电倍率和循环寿命,此外水分、电解质、活性物质中的传导离子等成分可以更高效地通过微孔实现三维互通,提高电解质的注入效率和水分烘干效率。

[0033] 本方案能够实现双面预涂、微孔加工及双面涂覆的一体化连续生产,提高三维基材的生产效率和产能。

## 附图说明

[0034] 图1为本发明一种实施方式的双面涂覆一体化三维基材制造方法流程图;

[0035] 图2是三维基材的一种结构示例;

[0036] 图3是三维基材的另一种结构示例;

[0037] 图4为本发明一种实施方式的双面涂覆一体化三维基材制造设备结构示意图;

[0038] 图5是图4中正面涂覆单元的一种实施方式结构示意图;

[0039] 图6为本发明另一种实施方式的双面涂覆一体化三维基材制造设备结构示意图;

[0040] 图7是图6中正反面同时涂覆单元的结构示意图;

[0041] 图8是各实例和对比例的电池的循环性能数据;

[0042] 图中:100-放卷单元;201-正面预涂单元;202-第一干燥箱;203-反面预涂单元;204-微凹计量辊;205-刮刀;206-浆料槽;300-微孔加工单元;301-辊压模组;302-厚度辊;401-正面涂覆单元;402-反面涂覆单元;403-第二干燥箱;404-第一负压腔体;405-第二负压腔体;406-第三负压腔体;407-展平辊;408-涂覆模头;409-负压涂覆区;500-收卷单元;

600-张力辊;701-基材,702-导电层,703-活性物质层。

### 具体实施方式

[0043] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,所描述的实施例是本发明一部分实施例,不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0044] 在本发明的描述中,涉及到方位描述,例如上、下、前、后、左、右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发明,对于第一、第二等类似描述只是用于区分技术特征为目的,均不具有限制性。涉及到数量描述,若干的含义是一个或者多个,多个的含义是两个以上,大于、小于、超过等理解为不包括本数,以上、以下、以内等理解为包括本数,数值范围的应理解为包括端值。

[0045] 如图1-7所示的双面涂覆一体化三维基材制造方法,包括步骤:

[0046] S1、在基材701两面预涂导电层702;

[0047] S2、从经步骤S1预涂后的基材701的至少一面加工出若干贯穿的微孔,得到三维预涂基材;

[0048] S3、在三维预涂基材两面涂布活性物质层703,活性物质层703位于导电层702上以及填充在微孔中,并通过位于微孔中的活性物质层703将三维预涂基材两面的活性物质层703连为一体。

[0049] 步骤S1中,采用逆向微凹版涂布,可控制单面的涂布厚度优选为 $0.1\sim 50\mu\text{m}$ 。

[0050] 步骤S3中,涂布方式为挤压涂布,单面的涂布厚度优选为 $0.1\sim 200\mu\text{m}$ 。

[0051] 步骤S2中,微孔加工方式可以采用冲压或辊压等方式,其中,冲压包括高速小行程的单面冲压方法或双面配合冲压等,辊压包括单辊辊压或双辊辊压等。成型的微孔可以是毛刺微孔,孔径 $1\sim 200\mu\text{m}$ ,孔密度 $1\sim 20000\text{孔}/\text{mm}^2$ ,孔隙率 $0.1\sim 90\%$ ,毛刺高度 $\leq 0.1\text{mm}$ ;也可以是无毛刺微孔,孔径、孔密度和孔隙率范围与毛刺微孔相同。优选为毛刺微孔,还包括对毛刺微孔进行碾压的操作,以调控毛刺高度及毛刺方向。本发明对微孔形状及其排列方式没有特别限定,可以是圆形、多边形或异形形状,排列方式可以是等距或非等距的规律排列。

[0052] 图2是采用该方法制得的带毛刺微孔的三维基材结构示意图,在基材701两面设有对穿的毛刺微孔,基材701两面及毛刺微孔内外壁均附着有导电层702,活性物质层703附着在导电层702上以及填充在毛刺微孔中,且位于导电层702上的活性物质层703通过填充在毛刺微孔中的活性物质层703连为一体。若微孔无毛刺,则仅在基材701表面除无毛刺微孔以外的区域附着导电层702,基材701表面及无毛刺微孔中均为活性物质层703,如图3所示。

[0053] 基材701起导流作用,通常为金属箔,材质包括但不限于铜、铝、锂、镍、钢、钛、锡或其中两种以上的合金。基材701厚度优选 $1\mu\text{m}$ 以上,宽幅大于 $10\text{mm}$ 。

[0054] 导电层702可以采用公知的导电剂辅以粘结剂等助剂制成,导电剂包括但不限于导电炭黑、石墨烯、乙炔黑、碳纳米管、碳纳米管纤维中的至少一种,还可以添加含碳化合物或活性物质组分。活性物质层703可以采用任意类型的负极活性物质或正极活性物质制成。

[0055] 上述方法在基材701两面先预涂导电层702,再加工微孔,可以很好地控制预涂均匀性,更为重要的是,导电层对基材具有保护作用,有效减少了微孔加工时缺陷产生,并从

整体上保证了预涂及微孔结构的一致性。进一步,当加工的微孔为毛刺微孔时,在基材表面及毛刺微孔的内外壁均附着有导电层,能同时提高活性物质与基材表面及微孔之间的粘接力,保证活性物质与基材之间的粘附面积以及电池极片内部结构的一致性,同时由于微孔不会被导电层填充,导电层表面及微孔的空腔内全部用于填充活性物质,三维基材相对高密度的微孔隙和微毛刺在确保最外层锂离子到集流体迁移距离的前提下,可以根据微孔隙及毛刺密度、毛刺高度来增加浆料涂覆厚度,从而提高活性物质在极片中的占比,提高能量密度、电池单次充电后的续航时间及比容量,具有显著的应用前景。

[0056] 此外,由于微孔中均匀填充有活性物质,水分、电解质、活性物质中的传导离子等成分可以更高效地通过微孔实现三维互通,进一步提高电池的充放电倍率和循环寿命,以及电解质的注入效率和水分烘干效率。

[0057] 如图4所示的一种双面涂覆一体化三维基材制造设备,包括沿基材701走向依次设置的放卷单元100、双面预涂单元、微孔加工单元300,双面涂覆单元和收卷单元500,还包括间隔设置在部分单元之间的若干张力辊600。

[0058] 其中,双面预涂单元,用于在基材701两面预涂导电层702并干燥,可根据导电层702的涂布厚度要求选择适宜的涂布及干燥设备。本实施例中,双面预涂单元包括沿基材701走向依次设置的正面预涂单元201、第一干燥箱202和反面预涂单元203,第一干燥箱202设有与正面预涂单元201和反面预涂单元203一一对应的双层烘道。基材701经正面预涂单元201后在其正面形成导电层702,然后过第一干燥箱202的其中一个烘道进行烘干,再经张力辊600、反面预涂单元203在反面形成导电层702,经第一干燥箱202的另一个烘道进行烘干。该方案采用一个双层烘箱与两个预涂单元搭配,能减少生产线占地面积。

[0059] 具体的,预涂为薄层涂覆时,可采用逆向微凹版涂布,单面的预涂厚度可控制在 $0.1\sim 50\mu\text{m}$ 。本实施例中,正面预涂单元201和反面预涂单元203均包括微凹计量辊204、刮刀205和浆料槽206,微凹计量辊204部分浸在浆料槽206中,通过旋转带起浆料,利用刮刀205定量、基材速度、微凹计量辊204旋转速度来控制导电层702厚度。

[0060] 微孔加工单元300,用于从预涂后的基材701的至少一面加工出若干贯穿的微孔,加工方式可以是冲压、辊压或激光打孔等方式,其中,冲压包括高速小行程的单面冲压方法和双面配合冲压等,辊压包括单辊辊压和双辊辊压等。成型的微孔优选为毛刺微孔,孔径 $1\sim 200\mu\text{m}$ ,孔密度 $1\sim 20000\text{孔}/\text{mm}^2$ ,孔隙率 $0.1\sim 90\%$ ,毛刺高度 $\leq 0.1\text{mm}$ ;也可以是无毛刺微孔,孔径、孔密度和孔隙率范围与毛刺微孔形同。孔排列方式可以是等距或非等距的规律排列,形状可以是圆形、多边形或异形形状。

[0061] 本实施例中,微孔加工单元300包括一对辊压模组301和厚度辊302,两辊压模组301上均设有相互配合的凸起和凹孔,用于在基材701正反两面形成对穿的毛刺微孔,然后通过厚度辊302对毛刺进行碾压,以控制毛刺高度及毛刺方向。

[0062] 双面涂覆单元,用于在经预涂及微孔加工后的基材701两面涂布活性物质层703并干燥,使得活性物质层703位于导电层702上以及填充在微孔中,并通过位于微孔中的活性物质层703将三维预涂基材两面的活性物质层703连为一体,其涂覆方式可以是拉浆涂布、挤压涂布等。

[0063] 如图4-5所示的双面涂覆单元,包括沿基材701走向依次设置正面涂覆单元401、第二干燥箱403和反面涂覆单元402,第二干燥箱403设有与正面涂覆单元401和反面涂覆单元

402一一对应的双层烘道,经预涂和微孔加工后的基材701经正面涂覆单元401后在其正面导电层702上及微孔中形成活性物质层703,然后过第二干燥箱403的其中一个烘道进行烘干,再经张力辊600、反面涂覆单元402在反面导电层702上及微孔中形成活性物质层703,正反面的活性物质层703通过填充在微孔中的活性物质层703连为一体,然后经第二干燥箱403的另一个烘道进行烘干。该方案采用一个双层烘箱与两个涂覆单元搭配,能减少生产线占地面积。

[0064] 本实施例中,正面涂覆单元401和反面涂覆单元402均采用挤压涂布,可控制单面涂覆厚度在 $0.1\sim 200\mu\text{m}$ 。在正面涂覆单元401的涂覆模头408与基材正面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第一负压腔体404,在基材反面外侧对应设置有第三负压腔体406,在待涂覆区域附近形成负压涂覆区409。类似的,在反面涂覆单元402的涂覆模头408与基材反面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第二负压腔体405,在基材正面外侧对应设置有第四负压腔体。更优选的方式,如图5所示,以第一负压腔体404为示例,将其设计成两个相互连通的子腔体,其中一个子腔体设置在相应的涂覆模头408上,另一个子腔体设置在涂覆模头408与基材之间。第二负压腔体的结构与第一负压腔体404类似,未图示。

[0065] 如图6-7所示,为双面涂覆单元挤压涂布的另一实施例,包括正面涂覆单元401、反面涂覆单元402、若干展平辊407、第二干燥箱403,正面涂覆单元401和反面涂覆单元402相对设置构成正反面同时涂覆单元,正反面同时涂覆单元、若干展平辊407、第二干燥箱403沿基材701走向依次设置。正面涂覆单元401和反面涂覆单元402采用挤压涂布,基材701正反面两侧边留白或者在其正反面对应区域沿基材701长度方向间隔均匀设有若干留白区域,若干展平辊407用于夹持涂覆后基材两面的留白区域使基材701平整,本实施例中,若干展平辊407夹持在基材701两侧边。经预涂和微孔加工后的基材701同时经正面涂覆单元401和反面涂覆单元402后在其正/反面导电层702上及微孔中形成活性物质层703,正反面的活性物质层703通过填充在微孔中的活性物质层703连为一体,然后通过若干展平辊407使基材701平整后经第二干燥箱403烘干。

[0066] 较佳的实施方式,在正面涂覆单元401的涂覆模头408与基材正面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第一负压腔体404,在反面涂覆单元402的涂覆模头408与基材反面待涂覆表面之间且靠近模唇的位置设置有第二负压腔体405,第一负压腔体404和第二负压腔体405对称设置在基材的正反面外侧,在基材正反面的待涂覆区域附近形成负压涂覆区409。更优的实施方式,如图7所示,将第一负压腔体404和第二负压腔体405均设计成两个相互连通的子腔体,其中一个子腔体设置在相应的涂覆模头408上,另一个子腔体设置在该涂覆模头408与基材之间。

[0067] 采用上述负压结构的挤压涂布方式,能保证各微孔内快速填充好涂覆物,保证基材701两面涂覆结构的一致性。该设备能实现双面预涂、微孔加工及双面涂覆的一体化连续生产,三维基材的生产效率高,能节约能耗,提高产能。比如,若单独进行预涂、微孔和涂覆,每段工序独立收放卷,现场需配备的工人总数至少为5名,依次为预涂工序2名,微孔工序1名,涂覆工序2名,而本方案的设备只需配备3名工人,节省人力成本40%。另外,由于结构紧凑,可以大幅减少设备投入和生产占地面积,设备投入减少20%以上,生产场地减少15%以上,还减少了因多套收放卷而造成的基材头尾料损耗,基材利用率提高5%以上。

[0068] 为评估三维预涂基材对电池性能的影响,将其制成锂电池正负极片,并测试电池

的循环性能。其示例性实例如下：

[0069] 实例1

[0070] 正极铝箔厚度 $12\mu\text{m}$ ，在其双面预涂管径 $6\sim 10\text{nm}$ 、长度 $500\text{nm}$ 的CNT导电层，单面预涂厚度 $1\mu\text{m}$ 。负极铜箔厚度 $8\mu\text{m}$ ，铜箔双面预涂的导电层材质及厚度与正极相同。

[0071] 在预涂后的箔材双面辊压对穿的毛刺微孔，孔径 $30\sim 40\mu\text{m}$ ，孔密度 $50\text{个}/\text{mm}^2$ ，孔隙率 $5\%$ ，单面毛刺高度 $50\mu\text{m}$ 。然后将活性物质通过挤压涂布涂覆在带有微孔的预涂箔材表面，经过烘干、辊压、分切、模切，做成正、负极片。

[0072] 其中，正极活性物质是磷酸铁锂，占比为 $90\sim 95\%$ ，粘结剂用PVDF，占比 $2\sim 5\%$ ，导电剂采用导电炭黑和导电石墨复配，占比 $2\sim 5\%$ ，溶剂NMP，用量为固体材料的 $0.6\sim 1.5$ 倍；负极活性物质是石墨，占比为 $90\sim 95\%$ ，粘结剂SBR和增稠剂CMC的固体份占比 $3\sim 5\%$ ，导电剂同正极，占比 $2\sim 5\%$ ，溶剂为去离子水，用量为固体材料的 $1\sim 1.5$ 倍。

[0073] 实例2

[0074] 以实例1为基础，不同之处在于，正、负极微孔均为无毛刺微孔（即为平面孔），孔径、孔密度和孔隙率与实例1相同。

[0075] 对比例1

[0076] 以实例2为基础，区别在于，先在铝箔和铜箔上加工无毛刺微孔，然后用同样的方法依次涂布导电层和活性物质层，制成正、负极片。

[0077] 对比例2

[0078] 以实例1为基础，不同之处在于，正、负极片均未预涂导电层。

[0079] 对比例3

[0080] 以实例2为基础，不同之处在于，正、负极片均未预涂导电层。

[0081] 各个实例和对比例的正负极片分别与双面陶瓷隔离膜以叠片方式做成卷芯，经极耳焊接、入壳、封口、烘烤、注液、化成、除气、分容等各工序，做成软包电池。

[0082] 按下列方法测试电池的循环性能：恒流充放电，电流 $1\text{C}$ ，上限电压 $3.65\text{V}$ ，下限电压 $2.5\text{V}$ ，循环 $500$ 次。

[0083] 测试结果如图8所示，可见各实例的方案更利于电池循环性能的提升，且毛刺微孔的改善幅度优于平面微孔。此外，对比例1先加工微孔，在用上述方面所述的双面预涂单元涂布微米级导电层时，孔隙位置会出现涂层凹陷或直接漏到集流体背面，不利于量产实现。

[0084] 以上实施例是对本发明的解释，但是，本发明并不局限于上述实施方式中的具体细节，本领域的技术人员在本发明的技术构思范围内进行的多种等同替代或简单变型方式，均应属于本发明的保护范围。

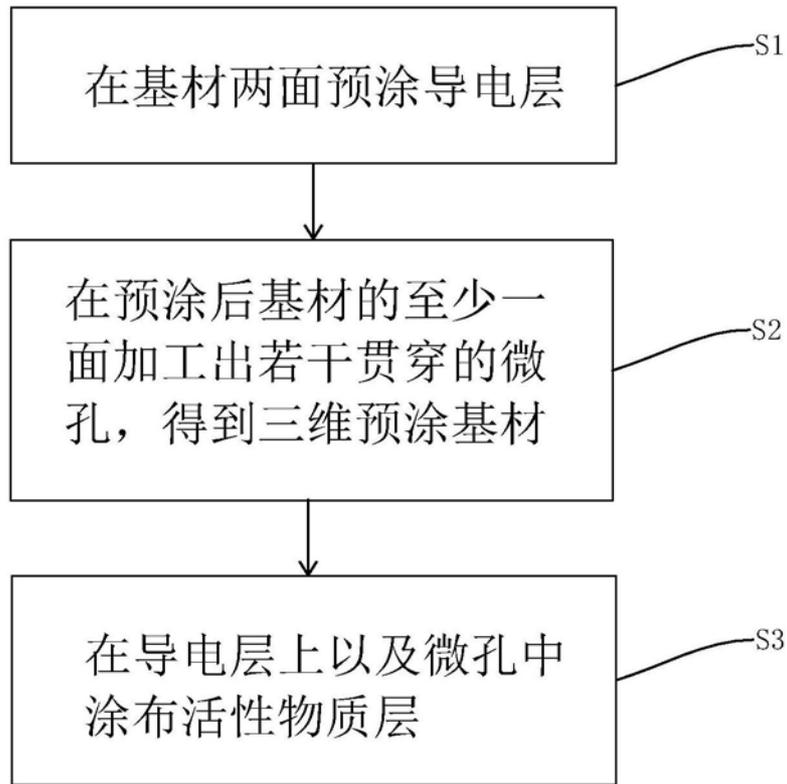


图1

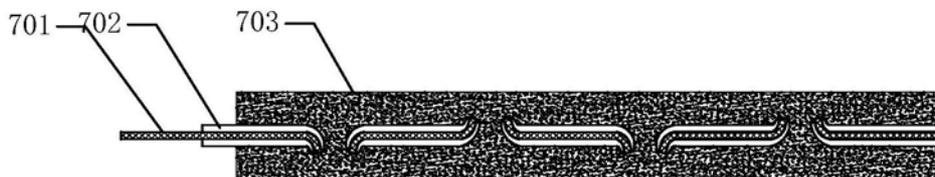


图2

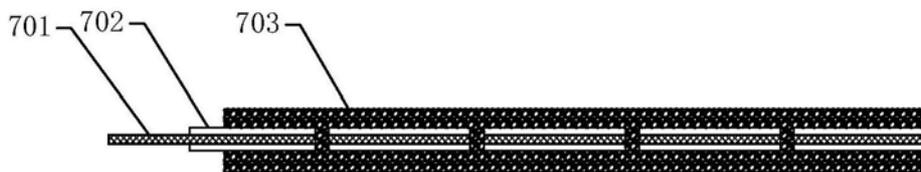


图3

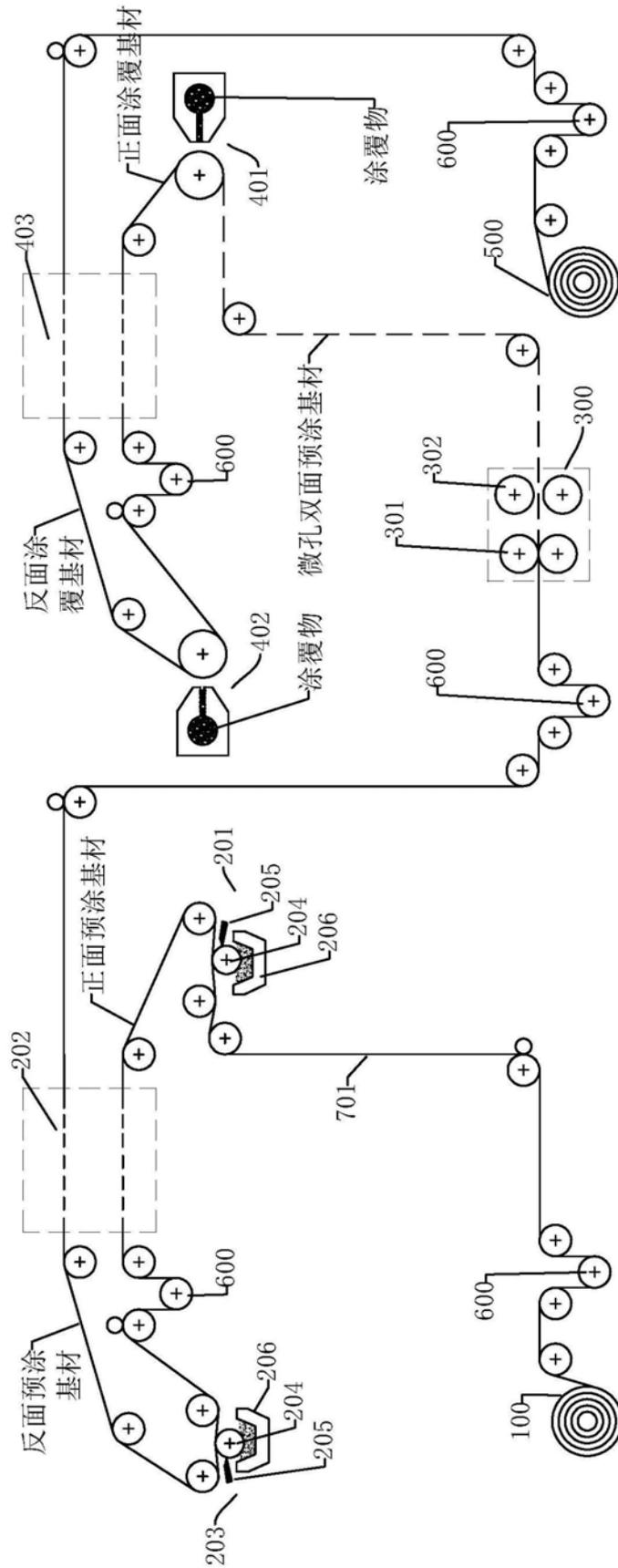


图4

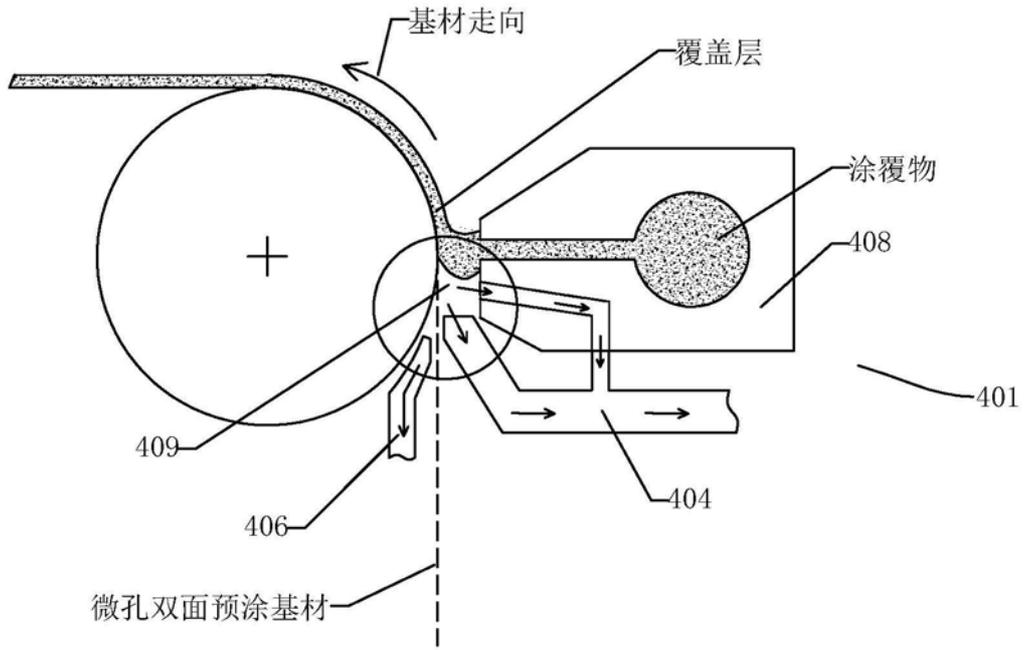


图5

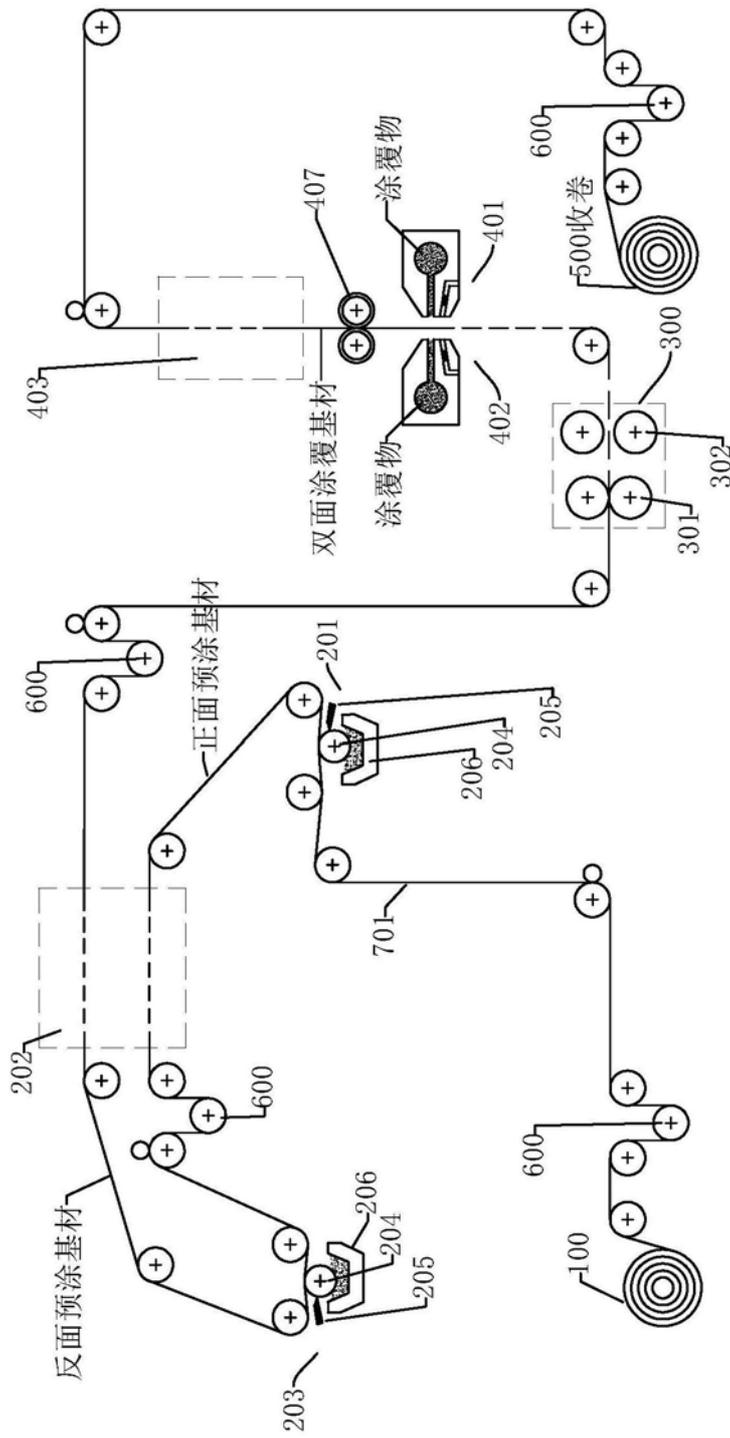


图6

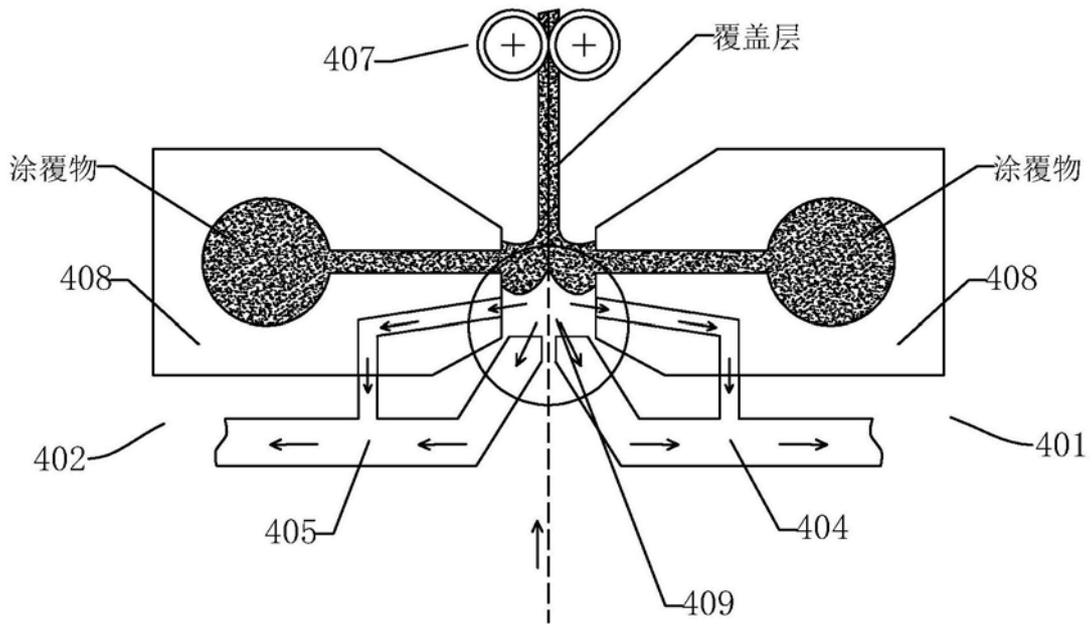


图7

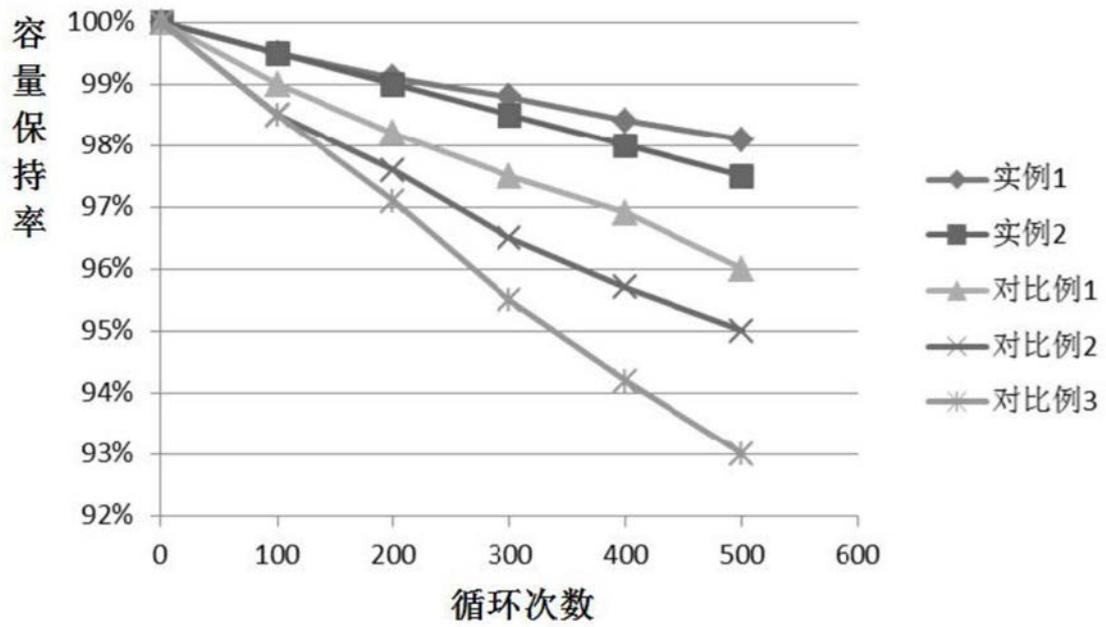


图8