



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103187586 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201110446801. 7

(22) 申请日 2011. 12. 28

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华大学清  
华-富士康纳米科技研究中心 401 室

申请人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司

(72) 发明人 王佳平 王珂 姜开利 范守善

(51) Int. Cl.

H01M 10/0525(2010. 01)

H01M 4/66(2006. 01)

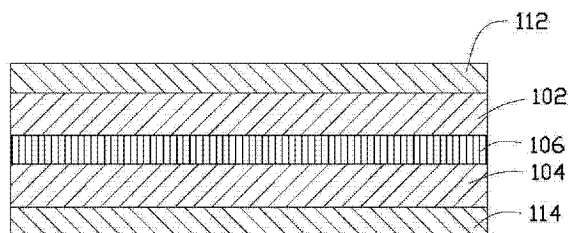
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

### (54) 发明名称

锂离子电池

### (57) 摘要

本发明涉及一种锂离子电池。该锂离子电池包括间隔设置的正极片和负极片。该正极片和负极片中至少一个包括一集流体。该集流体为由多个碳纳米管组成的层状结构。



1. 一种锂离子电池,其包括一正极片、一负极片及一隔膜,所述正极片负极片位于隔膜的两侧,所述正极片与负极片中至少一个包括一集流体,其特征在于,该集流体为由多个碳纳米管组成的层状结构。

2. 如权利要求 1 所述的锂离子电池,其特征在于,所述集流体为一碳纳米管层,该碳纳米管层包括多个首尾相连且沿同一方向延伸的碳纳米管。

3. 如权利要求 1 所述的锂离子电池,其特征在于,所述集流体为一碳纳米管层,该碳纳米管层包括多个相互缠绕且无序分布的碳纳米管。

4. 如权利要求 1 所述的锂离子电池,其特征在于,所述集流体为一碳纳米管层,该碳纳米管层具有一表面,该碳纳米管层包括多个碳纳米管,该多个碳纳米管与该表面所成的角度大于 0 度小于等于 15 度。

5. 如权利要求 1 所述的锂离子电池,其特征在于,所述正极片包括一正极材料层及一集流体,该集流体为一碳纳米管层,该正极材料层与该碳纳米管层层叠设置。

6. 如权利要求 5 所述的锂离子电池,其特征在于,所述正极材料层由多个正极活性物质颗粒与多个碳纳米管组成。

7. 如权利要求 5 所述的锂离子电池,其特征在于,所述正极材料层和碳纳米管层是两个单独的层状结构。

8. 如权利要求 1 所述的锂离子电池,其特征在于,所述负极片包括一负极材料层及一集流体,该集流体为一碳纳米管层,该负极材料层与该碳纳米管层层叠设置。

9. 如权利要求 8 所述的锂离子电池,其特征在于,所述负极材料层由多个负极活性物质颗粒与多个碳纳米管组成。

10. 如权利要求 1 所述的锂离子电池,其特征在于,进一步包括一极耳与集流体电连接,该多个碳纳米管沿同一方向延伸,极耳设置于集流体的表面并与集流体的一个边重合,碳纳米管的延伸方向垂直于极耳的延伸方向。

11. 如权利要求 1 至 10 项任一项所述的锂离子电池,其特征在于,所述隔膜设置于正极片和负极片之间形成一电池单元,所述锂离子电池包括多个电池单元相互层叠设置。

## 锂离子电池

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种锂离子电池。

### 背景技术

[0002] 现有的锂离子电池可分为卷绕式及层叠式两类,其包括外壳体、封装于外壳体内的正极片、负极片、隔膜及电解液。该隔膜设置于正极片与负极片之间。该电解液充分浸润正极片、负极片及隔膜。所述正极片包括一正极集流体及形成于该正极集流体表面的正极材料层。所述负极片包括一负极集流体及形成于该负极集流体表面的负极材料层。

[0003] 电池中的集流体是用于汇集电流的结构。集流体的功用主要是将电池活性物质产生的电流汇集起来以便形成较大的电流对外输出,因此集流体应与活性物质充分接触,并且内阻应尽可能小为佳。现有的锂离子电池中,集流体通常采用金属薄片,如铜箔、铝箔。然而,这些金属薄片一般具有较大的重量,从而使锂离子电池的能量密度较小;同时,由于金属材料易被腐蚀,进一步影响了锂离子电池的使用寿命。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,确有必要提供一种能量密度较大、寿命较长锂离子电池。

[0005] 一种锂离子电池包括间隔设置的一正极片及一负极片,所述正极片和负极片中至少一个包括一集流体,所述集流体为由多个碳纳米管组成层状结构。

[0006] 相较于现有技术,所述锂离子电池正极的集流体由多个均匀分布的碳纳米管组成,碳纳米管密度较小,因此,集流体在整个锂离子电池中所占的重量较小,使锂离子电池具有较高的能量密度,同时,由于碳纳米管化学稳定性高,不易被腐蚀,因此,集流体不易被破坏,该锂离子电池具有较长的使用寿命。

### 附图说明

[0007] 图1为本发明第一实施例提供的锂离子电池的侧面示意图。

[0008] 图2为图1中集流体所采用的碳纳米管拉膜的扫描电镜照片。

[0009] 图3为图1中的集流体采用的碳纳米管层包括多个沿同一方向延伸的碳纳米管时的结构的俯视图。

[0010] 图4为图1中的集流体采用的碳纳米管层包括多个各向同性碳纳米管时的结构的俯视图。

[0011] 图5为本发明第一实施例提供的正极材料层的结构示意图。

[0012] 图6为本发明第一实施例提供的正极材料层的扫描电镜照片。

[0013] 图7为本发明第二实施例提供的锂离子电池制备方法的流程图。

[0014] 图8为本发明第三实施例提供的锂离子电池制备方法的流程图。

[0015] 主要元件符号说明

锂离子电池	100
碳纳米管层	10
碳纳米管	12
正极活性物质颗粒	14
极耳	20
正极片	102
负极片	104
隔膜	106
多层结构	108
壳体	110
正极集流体	112
负极集流体	114
正极材料层	116
负极材料层	118

如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

### 具体实施方式

[0016] 下面将结合附图及具体实施例对本发明提供的集流体及应用该集流体的锂离子电池作进一步的详细说明。

[0017] 请参阅图 1, 本发明第一实施例提供一种锂离子电池 100, 该锂离子电池 100 包括正极片 102、负极片 104、隔膜 106、电解液及外部封装结构 (图未示)。该外部封装结构将正极片 102、负极片 104、隔膜 106 及电解液封装其间。该正极片 102 与负极片 104 层叠设置, 并通过隔膜 106 相互间隔。该正极片 102、负极片 104 分别位于隔膜 106 两侧并与隔膜 106 相互贴合。该正极片 102、隔膜 106 和负极片 104 相互层叠组成一个电池单元。所述锂离子电池 100 包括至少一个电池单元。当锂离子电池 100 包括多个电池单元时, 多个电池单元层叠设置。本实施例中, 锂离子电池 100 包括一个电池单元。

[0018] 该正极片 102 包括一片状的正极集流体 112 及形成于该正极集流体 112 表面的正极材料层 116。该正极材料层 116 与正极集流体 112 可以层叠设置, 即正极材料层 116 和正极集流体 112 是两个单独的层状结构。该负极片 104 包括一片状的负极集流体 114 及形成于该负极集流体 114 表面的负极材料层 118。该负极材料层 118 与负极集流体 114 可以层叠设置, 即负极材料层 118 和负极集流体 114 是两个单独的层状结构。优选地, 该正极片 102 具有两个正极材料层 116 分别形成在该正极集流体 112 两个相对表面, 该负极片 104 具有两个负极材料层 118 分别形成在该负极集流体 114 两个相对表面。该正极材料层 116 与负极材料层 118 相对且通过所述隔膜 106 间隔, 并与所述隔膜 106 贴合设置。所述正极片 102 和负极片 104 可进一步分别包括一极耳 (图未示) 分别与正极集流体 112 和负极集流体 114 电连接。所述极耳的材料为导电材料, 可以为金属。为防止极耳被电解液腐蚀, 在极耳与正极集流体 112 或 / 和负极集流体 114 电连接之后, 可以在极耳表面涂覆一层保护层, 保护层的材料可以为绝缘材料, 如高分子材料。该正极极耳和负极极耳用于与锂离子电池 100 外部的电路电连接。

[0019] 该正极集流体 112 和负极集流体 114 中至少一个为一碳纳米管层。本实施例中, 所述正极集流体 112 和负极集流体 114 分别为一碳纳米管层。所述碳纳米管层包括多个均匀分布的碳纳米管。所述碳纳米管均匀分布是指碳纳米管层中单位面积内的碳纳米管的数

量基本相同,且碳纳米管层在每一点的厚度基本相同。该碳纳米管层可以为由多个碳纳米管组成的纯碳纳米管结构。该碳纳米管可以为单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、多壁碳纳米管中的一种或几种。所述碳纳米管层中的碳纳米管之间可以通过范德华力紧密结合。该碳纳米管层中的碳纳米管为无序或有序排列。这里的无序排列指碳纳米管的排列方向无规律,这里的有序排列指至少多数碳纳米管的排列方向具有一定规律。具体地,当碳纳米管层包括无序排列的碳纳米管时,碳纳米管可以相互缠绕或者各向同性排列;当碳纳米管层包括有序排列的碳纳米管时,碳纳米管沿一个方向或者多个方向择优取向排列。该碳纳米管层的厚度不限,可以为 0.5 纳米~1 厘米,优选地,该碳纳米管层的厚度可以为 1 微米~1 毫米。所述碳纳米管层可包括至少一层碳纳米管拉膜、碳纳米管絮化膜或碳纳米管碾压膜。该碳纳米管层也可以由一层或多层碳纳米管拉膜、碳纳米管絮化膜或碳纳米管碾压膜组成。

[0020] 请参阅图 2,该碳纳米管拉膜包括多个通过范德华力相互连接的碳纳米管。碳纳米管拉膜可以为由碳纳米管组成的纯结构。所述多个碳纳米管基本沿同一方向择优取向排列。所述择优取向是指在碳纳米管拉膜中大多数碳纳米管的整体延伸方向基本朝同一方向。而且,所述大多数碳纳米管的整体延伸方向基本平行于碳纳米管拉膜的表面。进一步地,所述碳纳米管拉膜中多数碳纳米管是通过范德华力首尾相连。具体地,所述碳纳米管拉膜中基本朝同一方向延伸的多数碳纳米管中每一碳纳米管与在延伸方向上相邻的碳纳米管通过范德华力首尾相连。当然,所述碳纳米管拉膜中存在少数随机排列的碳纳米管,这些碳纳米管不会对碳纳米管拉膜中大多数碳纳米管的整体取向排列构成明显影响。所述碳纳米管拉膜为一自支撑的膜。所述自支撑为碳纳米管拉膜不需要大面积的载体支撑,而只要相对两边提供支撑力即能整体上悬空而保持自身膜状状态,即将该碳纳米管拉膜置于(或固定于)间隔一固定距离设置的两个支撑体上时,位于两个支撑体之间的碳纳米管拉膜能够悬空保持自身膜状状态。所述自支撑主要通过碳纳米管拉膜中存在连续的通过范德华力首尾相连延伸排列的碳纳米管而实现。所述碳纳米管拉膜的厚度可以为 0.5 纳米~100 微米,宽度与长度不限。当碳纳米管层包括多层碳纳米管拉膜时,相邻两层碳纳米管拉膜中的碳纳米管的延伸方向之间形成的交叉角度大于等于 0 度小于等于 90 度,可以为 15 度、45 度、60 度或 90 度等。

[0021] 该碳纳米管絮化膜包括相互缠绕且均匀分布的碳纳米管。碳纳米管絮化膜可以为由碳纳米管组成的纯结构。所述碳纳米管之间通过范德华力相互吸引、缠绕,形成网络状结构。所述碳纳米管絮化膜的长度和宽度不限。由于在碳纳米管絮化膜中,碳纳米管相互缠绕,因此该碳纳米管絮化膜具有很好的柔韧性,且为一自支撑结构,可以弯曲折叠成任意形状而不破裂。所述碳纳米管絮化膜的面积及厚度均不限,厚度为 1 微米~1 毫米。

[0022] 所述碳纳米管碾压膜包括均匀分布的碳纳米管,碳纳米管沿同一方向或不同方向择优取向排列。碳纳米管碾压膜可以为由碳纳米管组成的纯结构。碳纳米管也可以是各向同性的。所述碳纳米管碾压膜中的碳纳米管相互部分交叠,并通过范德华力相互吸引,紧密结合。所述碳纳米管碾压膜中的碳纳米管与形成碳纳米管阵列的生长基底的表面形成一夹角  $\beta$ ,其中, $\beta$  大于 0 度且小于等于 15 度。依据碾压的方式不同,该碳纳米管碾压膜中的碳纳米管具有不同的排列形式。当沿同一方向碾压时,碳纳米管沿一固定方向择优取向排列。可以理解,当沿不同方向碾压时,碳纳米管可沿多个方向择优取向排列。该碳纳米管碾压膜厚度不限,优选为 1 微米~1 毫米。该碳纳米管碾压膜的面积不限,由碾压出膜的碳

纳米管阵列的大小决定。当碳纳米管阵列的尺寸较大时,可以碾压制得较大面积的碳纳米管碾压膜。

[0023] 当正极集流体 112 或 / 和负极集流体 114 为一碳纳米管层时,极耳与碳纳米管层电连接的方式不限,举例如下:

请参见图 3,当碳纳米管层 10 中的碳纳米管沿同一方向延伸时,极耳 20 可以为一长条状导电片,设置于碳纳米管层 10 的表面并与碳纳米管层 10 的一个边重合。碳纳米管的延伸方向垂直于极耳 20 的延伸方向,即,碳纳米管的轴向与极耳 20 的延伸方向相互垂直。由于碳纳米管的轴向导电性能良好,这种设置方式可以使集流体产生的电流更好的传递给极耳 20。

[0024] 请参见图 4,当碳纳米管层 10 中的碳纳米管各向同性排列时或者相互交叉排列时,如碳纳米管层 10 包括两层相互垂直的碳纳米管拉膜时,极耳 20 的端部设置于碳纳米管层 10 的表面。优选地,极耳与碳纳米管层 10 的边缘点接触。如,当碳纳米管层 10 包括一边角时,极耳 20 的一端与碳纳米管层 10 的一个边角接触。

[0025] 该正极材料层 116 包括均匀混和的正极活性物质、导电剂及粘结剂。该正极活性物质可以为锰酸锂、钴酸锂、镍酸锂或磷酸铁锂等。该正极片 102 的整体厚度约为 100 微米~300 微米,优选为 200 微米。该导电剂可以为乙炔黑、碳纤维或碳纳米管等,该粘结剂可以为聚偏氟乙烯 (PVDF) 或聚四氟乙烯 (PTFE) 等。所述正极材料层 116 还可以为由正极活性物质和碳纳米管组成,即,正极材料层 116 中不含有粘结剂。所述正极材料层 116 中还可以进一步含有其他导电颗粒,如炭黑颗粒或碳纤维等。本实施例中,所述正极材料层 116 由正极活性物质和多个碳纳米管组成。请参见图 5 及图 6,正极活性物质可以以正极活性物质颗粒 14 的形式存在,碳纳米管 12 均匀分布。正极活性物质颗粒 14 的形状不限,正极活性物质颗粒 14 的粒径不限。优选地,正极活性物质颗粒 14 的粒径小于 15 微米。所述碳纳米管 12 之间均相互缠绕或者通过范德华力相互结合,从而构成一个整体的网络结构。正极活性物质颗粒 14 分布在碳纳米管 12 组成的网络结构中,大部分正极活性物质颗粒 14 与碳纳米管接触。正极活性物质颗粒 14 可以被碳纳米管粘附或者缠绕。碳纳米管 12 不仅作为导电材料,也是作为多孔性载体。由于碳纳米管 12 组成的网络结构为一多孔的结构,大部分正极活性物质颗粒 14 被该网络结构所包围和固定。该网络结构将正极活性物质颗粒 14 包覆或缠绕,碳纳米管 12 在作为导电剂的同时,可以起到粘合正极活性物质颗粒 14 的作用。碳纳米管 12 具有较长的长度,一般大于 200 微米,因此,碳纳米管 12 可以相互缠绕形成网络结构。这样,正极活性物质颗粒 14 便可以通过碳纳米管 12 固定于一体。因此,正极材料层 116 不需要粘结剂。

[0026] 该负极材料层 118 包括均匀混合的负极活性物质、导电剂及粘结剂。所述负极材料可包括钛酸锂、氧化硅、纳米硅颗粒及纳米合金中的一种或几种。该负极片 104 的整体厚度约为 50 微米~200 微米,优选为 100 微米。所述负极材料层 118 还可以为由负极活性物质和碳纳米管组成,即,负极材料层 118 中不含有粘结剂。所述负极材料层 118 中还可以进一步含有其他导电颗粒,如炭黑颗粒或碳纤维等。本实施例中,所述负极材料层 118 由负极活性物质和多个碳纳米管组成。负极活性物质可以以负极活性物质颗粒的形式存在,碳纳米管均匀分布。负极活性物质颗粒的形状不限,负极活性物质颗粒的粒径不限。优选地,负极活性物质颗粒的粒径小于 15 微米。所述碳纳米管之间均相互缠绕或者通过范德华力相互

结合,从而构成一个整体的网络结构。负极活性物质颗粒分布在碳纳米管组成的网络结构中,大部分负极活性物质颗粒与碳纳米管接触。负极活性物质颗粒可以被碳纳米管粘附或者缠绕。由于碳纳米管组成的网络结构为一多孔的结构,大部分负极活性物质颗粒被该网络结构所包围和固定。该网络结构将负极活性物质颗粒包覆或缠绕,碳纳米管在作为导电剂的同时,可以起到粘合负极活性物质颗粒的作用。因此,负极材料层 118 不需要粘结剂。

[0027] 所述隔膜 106 可为习知的用于锂离子电池的隔膜,如纯聚合物隔膜、陶瓷隔膜或含有陶瓷材料的聚合物隔膜等。该隔膜 106 的厚度可为 5 微米~60 微米,优选地,该隔膜 106 的厚度为 15 微米~40 微米。该隔膜 106 的孔隙率可为 20%~90%,孔径可为 0.01 微米~80 微米。优选地,该孔隙率为 40%~80%,孔径为 0.1 微米~10 微米。该多孔膜可通过习知的熔融拉伸法或热致相分离法等方法来制备。所述电解液中的电解质盐可以为六氟磷酸锂、四氟硼酸锂或双草酸硼酸锂等,所述电解液中的有机溶剂可以为碳酸乙烯酯、碳酸二乙酯或碳酸二甲酯等。可以理解,所述隔膜 106 和电解液也可采用其他常用的材料。

[0028] 所述外部封装结构可以为硬质电池壳或软封装袋。所述极耳暴露于所述外部封装结构之外,从而实现与外部电路的电连接。

[0029] 本发明所提供的锂离子电池的集流体为一碳纳米管层,碳纳米管层的密度小、抗腐蚀性能好,因此,集流体的重量较小,且集流体不易被腐蚀,因此,锂离子电池具有较长的使用寿命。且,集流体在正极片或负极片中所占的重量较小,在正极片或者负极片的质量一定的情况下,可以提高正极活性物质或者负极活性物质的质量,从而锂离子电池具有更大的能量密度。

[0030] 请参见图 7,本发明第二实施例提供一种上述锂离子电池的制备方法。该方法包括以下步骤:

S1,提供一正极材料层。

[0031] 该正极材料层包括均匀混合的正极活性物质、导电剂及粘结剂。该正极材料层也可以由多个碳纳米管和正极活性物质颗粒组成。本实施例中,该正极材料层由多个碳纳米管和正极活性物质颗粒组成,其制备方法包括以下步骤:

S11,制备一碳纳米管原料;S12,提供所述正极活性物质及一溶剂;S13,将该碳纳米管原料和正极活性物质加入至所述溶剂中,并超声分散使该碳纳米管原料和正极活性物质相互混合形成一混合物;以及 S14,将该混合物从溶剂中分离,干燥该混合物后,形成所述电极材料层。

[0032] 步骤 S11 提供的碳纳米管原料的制备方法为:制备一碳纳米管阵列于一基底;将该碳纳米管阵列从该基底上刮下,获得碳纳米管原料。优选地,所述碳纳米管阵列为一起顺排碳纳米管阵列。该超顺排碳纳米管阵列中的碳纳米管表面纯净,且长度一般大于等于 300 微米。所述碳纳米管阵列的制备方法不限,可以为化学气相沉积法、电弧放电制备方法或气溶胶制备方法等。

[0033] 步骤 S12,所述溶剂可以包括乙醇、乙二醇、丙醇、异丙醇、丙酮、N-甲基吡咯烷酮(NMP)及水中的一种或几种。本实施例中,所述正极活性物质为磷酸铁锂,且采用乙醇作为有机溶剂。

[0034] 在步骤 S13 中,所述混合物是指由所述碳纳米管及正极活性物质组成。所述碳纳米管原料的质量占混合物总质量的百分比为大于等于 0.1% 小于等于 20%,优选为 1% 至

10%。所述超声的功率为 400 瓦至 1500 瓦,优选为 800 瓦至 1000 瓦。该步骤中,需要将所述碳纳米管原料、电极活性物质及溶剂超声震荡 2 分钟至 30 分钟以得到由碳纳米管与电极活性物质组成的混合物,优选地该超声震荡的时间为 5 分钟至 10 分钟。超声震荡的方式可以为连续超声震荡,也可以脉冲超声震荡。

[0035] 步骤 S14 具体为:在超声震荡形成混合物之后,直接将该混合物和溶剂静置大于 1 分钟之后,该混合物沉积至容器的底部,且该混合物上层的溶剂中不含有碳纳米管和正极活性物质。由于在超声震荡的过程中,碳纳米管原料中的碳纳米管相互缠绕,形成一网络状结构,所述电极活性物质分布在该网络状结构中且被该网络状结构所包覆缠绕,从而使碳纳米管原料和正极活性材料形成一个整体状态的混合物,所以,在静置的过程中,该整体状态的混合物整体下沉至溶剂的底部。可以采用吸管将混合物上层的溶剂从容器中吸出,使混合物和溶剂分离。待混合物和溶剂分离之后,干燥该混合物,得到所述正极材料层。可以理解,干燥混合物之后,可以进一步将该混合物冲压后,再按照预定尺寸裁剪形成正极材料层。

[0036] S2,在正极材料层的表面形成一第一碳纳米管层,形成一正极片。

[0037] 所述第一碳纳米管层的结构与上述碳纳米管层的结构相同。在步骤二中,可以直接将至少一层碳纳米管拉膜、碳纳米管碾压膜、碳纳米管絮化膜或其组合铺设于正极材料层的表面形成该第一碳纳米管层。

[0038] 另,碳纳米管层为一层碳纳米管碾压膜时,在正极材料层形成第一碳纳米管层的表面的方法包括:S21,提供一碳纳米管阵列;S22,将该碳纳米管阵列转移至该正极材料层的表面;以及 S23,碾压所述碳纳米管阵列。

[0039] 步骤 S21 中,所述碳纳米管阵列的制备方法不限,可以为化学气相沉积法、电弧放电制备方法或气溶胶制备方法等。本实施例中,采用化学气相沉积法。该碳纳米管阵列形成在一个基底的表面。

[0040] 在步骤 S22 中,所述转移碳纳米管阵列的方法为将形成有所述碳纳米管阵列的基底倒扣在所述正极材料层的表面,使该碳纳米管阵列的表面与该正极材料层的表面接触,从而使该碳纳米管阵列夹持在该基底与正极材料层之间。

[0041] 在步骤 S23 中,通过该基底或者正极材料层对碳纳米管阵列施加一定的压力,使碳纳米管阵列倾倒后形成该碳纳米管层。步骤 S23 进一步包括一去除基底的步骤。所述去除基底的步骤可以为将基底直接与碳纳米管层分离,这时,碳纳米管阵列中的至少部分碳纳米管粘附于正极材料层的表面形成该碳纳米管层。所述去除基底的步骤还可以为采用一薄片工具将碳纳米管阵列从碳纳米管阵列与基底接触的表面缓慢铲下,这时,碳纳米管阵列中的碳纳米管可以全部被转移至正极材料层的表面。在将基底去除之后,可以对正极材料层表面的碳纳米管进一步碾压形成该碳纳米管层。

[0042] S3,提供一负极材料层。

[0043] 该负极材料层包括均匀混合的负极活性物质、导电剂及粘结剂。该负极材料层也可以由多个碳纳米管和负极活性物质颗粒组成。当负极材料层由多个碳纳米管和负极活性物质颗粒组成时,其制备方法与上述正极材料层的制备方法基本相同,区别仅在于将负极活性物质取代正极活性物质。

[0044] S4,在负极材料层的表面形成一第二碳纳米管层,形成一负极片。



[0045] 在负极材料层的表面形成一第二碳纳米管层的步骤与上述在正极材料层表面形成第一碳纳米管层的步骤相同。第一碳纳米管层和第二碳纳米管层的结构可以相同。

[0046] S5, 设置一隔膜正极片和负极片之间, 并将该正极片、隔膜和负极片放置于一壳体中, 向该壳体中注入电解液后并封装。

[0047] 所述隔膜的两侧分别与正极材料层和负极材料层接触。将正极片与负极片分别设置于所述隔膜两侧并压合, 形成一个电池单元。当所述锂离子电池包括多个电池单元时, 可反复多次的依次层叠所述正极片、隔膜及负极片, 形成多层结构。层叠后的正、负极片及隔膜可通过压膜机相互压紧。

[0048] 在将正极片、负极片和隔膜放置于该壳体中之后, 可以通过壳体上的开口将电解液注入该壳体。

[0049] 请参见图 8, 本发明第三实施例提供另一种上述锂离子电池的制备方法, 其包括以下步骤:

N1, 提供一隔膜, 该隔膜具有相对的第一表面和第二表面;

N2, 形成一正极材料层于隔膜的第一表面上;

N3, 在正极材料层的表面设置第一碳纳米管层, 形成一正极片;

N4, 形成一负极材料层于隔膜的第二表面上;

N5, 在负极材料层的表面设置一第二碳纳米管层, 形成一负极片; 以及

N6, 将该正极片、隔膜和负极片放置于一壳体中, 向该壳体中注入电解液后并封装。

[0050] 在步骤 N2 中, 所述正极材料层由碳纳米管和正极活性物质组成时, 其制备方法与第二实施例提供的正极材料层的制备方法相同。当正极材料层包括正极活性物质、导电剂和粘结剂时, 可通过涂覆的方法将含有正极活性物质、导电剂及粘结剂的正极材料浆料涂在隔膜的第一表面上。所述将正极材料浆料涂覆于隔膜的第一表面的方法可以为直接涂覆, 也可以通过甩胶的方法涂覆。本实施例中, 可通过涂膜机对所述隔膜进行涂膜。

[0051] 所述步骤 N3 与第一实施例中提供的步骤 S2 相同。另外, 需要特别指出的是, 在正极材料浆料涂覆于隔膜的第一表面之后, 可以在正极材料浆料固化之后设置第一碳纳米管层, 也可以在正极材料浆料未固化时, 设置第一碳纳米管层于该正极材料浆料的表面。当正极材料浆料未固化时, 设置第一碳纳米管层于正极材料浆料的表面上之后, 再将正极材料浆料和第一碳纳米管层一起固化, 这种情况下, 第一碳纳米管层与正极材料层具有更强的结合力。

[0052] 所述步骤 N4 与步骤 N2 基本相同, 区别仅在于用负极活性物质取代正极活性物质。本实施例中, 通过涂覆的方法将含有负极活性物质、导电剂及粘结剂的负极材料浆料涂在隔膜的第二表面上。

[0053] 所述步骤 N5 与第一实施例中提供的步骤 S4 相同。另外, 需要特别指出的是, 在负极材料浆料涂覆于隔膜的第二表面之后, 可以在负极材料浆料固化之后设置第二碳纳米管层, 也可以在负极材料浆料未固化时, 设置第二碳纳米管层于该负极材料浆料的表面。当负极材料浆料未固化时, 设置第二碳纳米管层于负极材料浆料的表面上之后, 再将负极材料浆料和第二碳纳米管层一起固化, 这种情况下, 第二碳纳米管层与负极材料层具有更强的结合力。

[0054] 所述步骤 N6 与第二实施例中 S5 中的将该正极片、隔膜和负极片放置于一壳体中,

向该壳体中注入电解液后并封装的步骤相同。

[0055] 另外,本领域技术人员还可在本发明精神内做其它变化,当然,这些依据本发明精神所做的变化,都应包含在本发明所要求保护的范围之内。

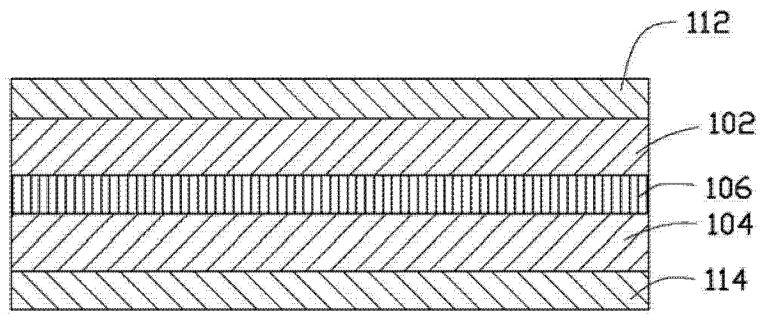


图 1

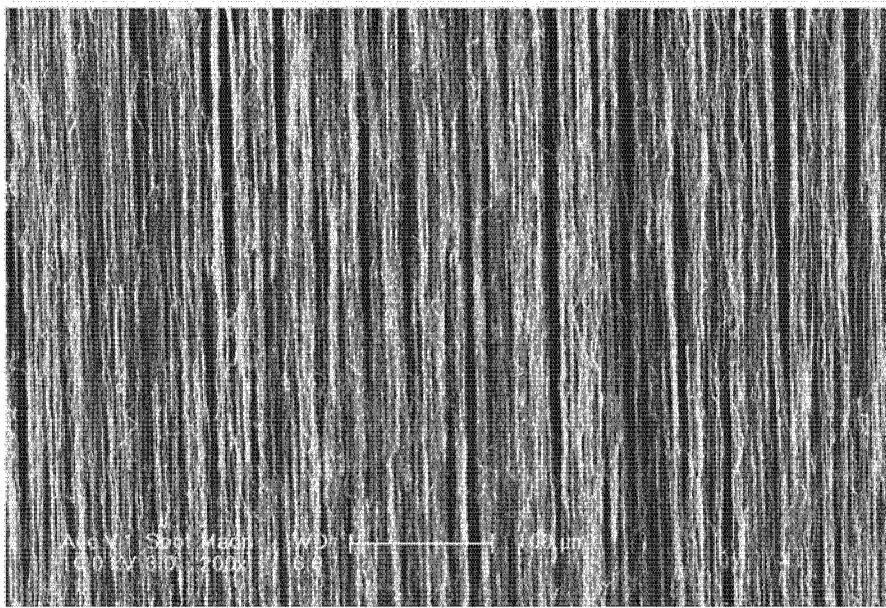


图 2

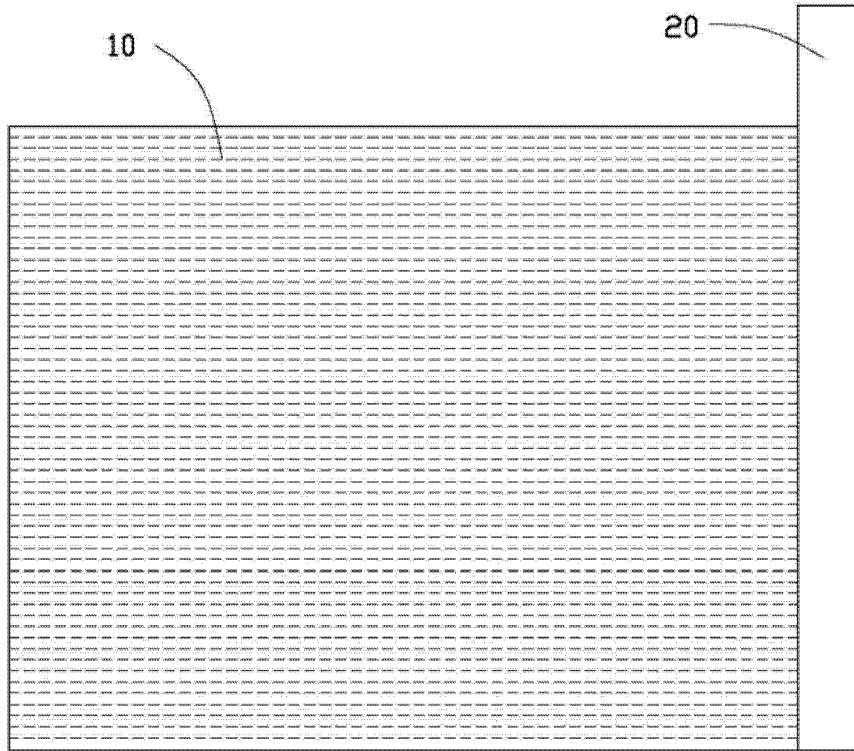


图 3

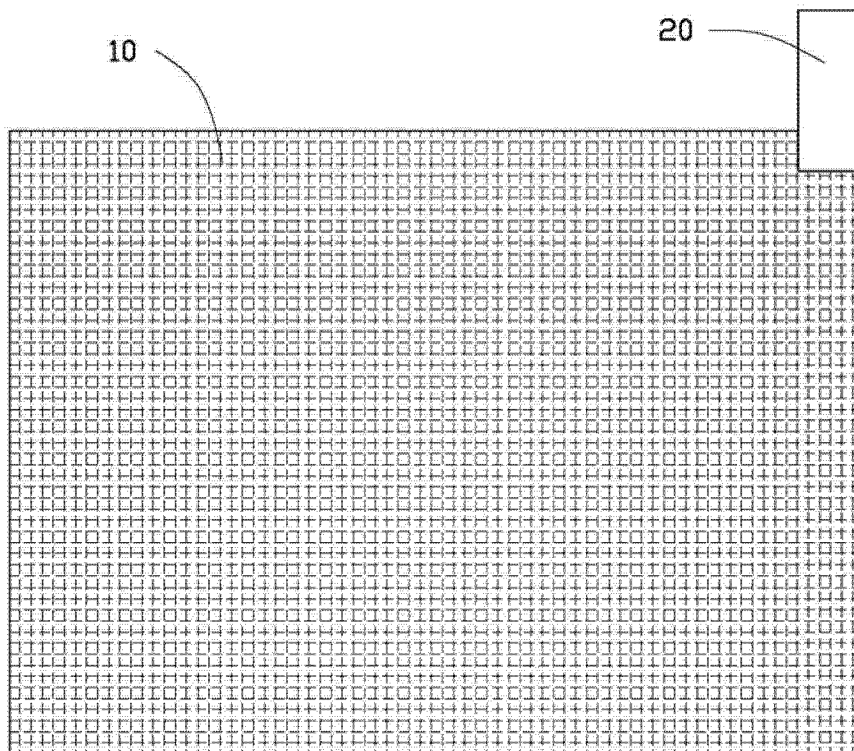


图 4

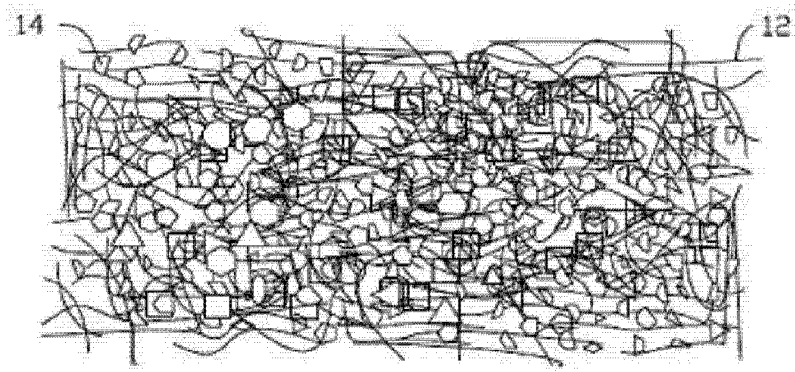


图 5

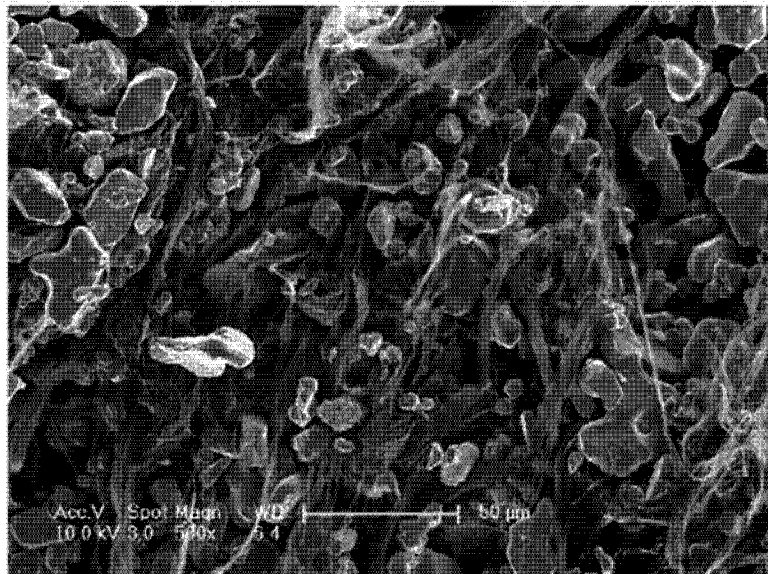


图 6

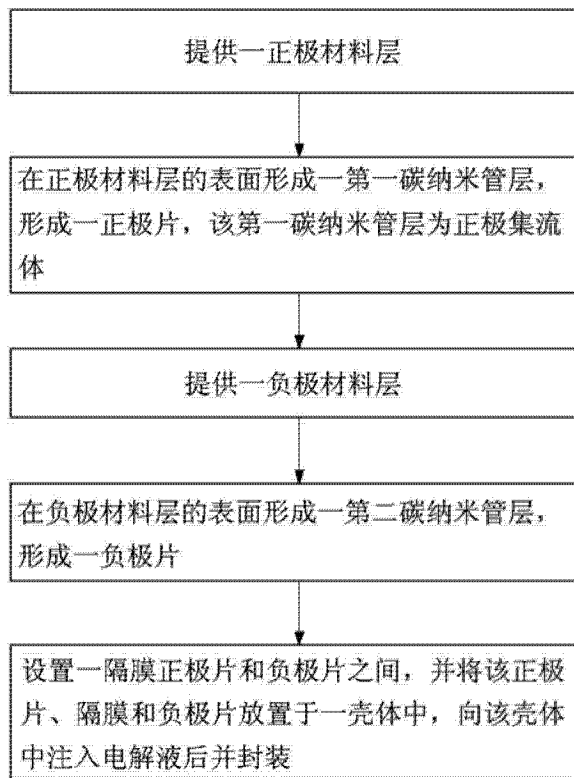


图 7

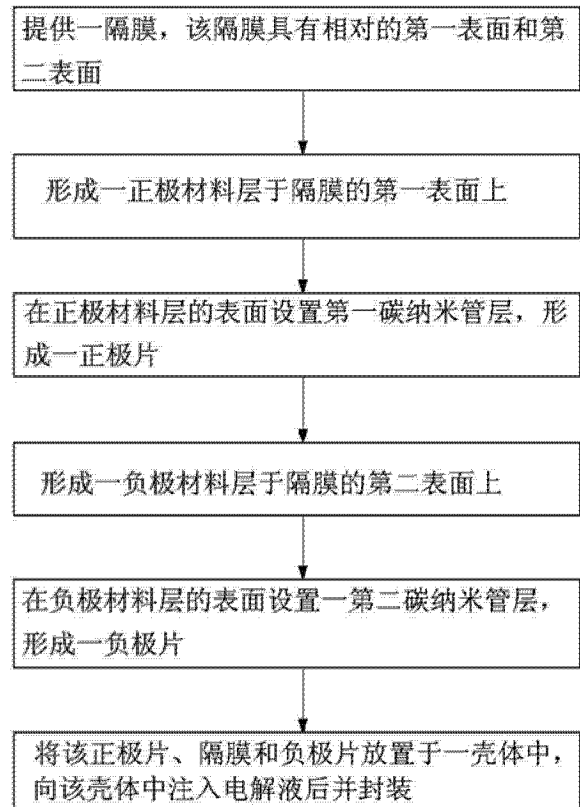


图 8