



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101409337 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 27

(21) 申请号 200710123814. 4

CN 1770515 A, 2006. 05. 10, 全文.

(22) 申请日 2007. 10. 10

CN 1841815 A, 2006. 10. 04, 全文.

(73) 专利权人 清华大学

审查员 李华

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

专利权人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司

(72) 发明人 刘长洪 范守善

(51) Int. Cl.

H01M 4/1393(2010. 01)

H01M 4/133(2010. 01)

H01M 10/0525(2010. 01)

(56) 对比文件

KR 20040092140 A, 2004. 11. 03, 全文.

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

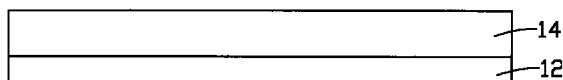
(54) 发明名称

锂离子电池负极, 其制备方法和应用该负极的锂离子电池

(57) 摘要

本发明涉及一种锂离子电池负极及其制备方法以及应用该负极的锂离子电池。该锂离子电池负极包括一碳纳米管薄膜, 该碳纳米管薄膜为由多个碳纳米管组成的自支撑结构, 且多个碳纳米管平行于碳纳米管薄膜表面。该锂离子电池负极的制备方法, 包括以下步骤: 提供一碳纳米管阵列形成于一基底; 提供一集电体, 将该集电体覆盖在上述的碳纳米管阵列上; 挤压上述覆盖有集电体的碳纳米管阵列, 形成一碳纳米管双层结构, 从而得到一锂离子电池负极。该锂离子电池包括: 一壳体及置于壳体内的正极, 负极, 电解液和隔膜, 其中, 隔膜置于正极与负极之间, 隔膜将壳体内部空间分为两部分, 正极与隔膜及负极之间保持间隔, 电解液置于壳体内, 正极与负极置于电解液中。该锂离子电池中, 所述的负极为采用上述方法制备的锂离子电池负极。

10



1. 一种锂离子电池负极,该锂离子电池负极包括一碳纳米管薄膜,其特征在于,该碳纳米管薄膜为由多个碳纳米管组成的自支撑结构,且所述多个碳纳米管基本平行于碳纳米管薄膜表面。

2. 如权利要求 1 所述的锂离子电池负极,其特征在于,所述的碳纳米管薄膜中碳纳米管沿各向同性或一固定方向择优取向或不同方向择优取向排列。

3. 如权利要求 1 所述的锂离子电池负极,其特征在于,所述的碳纳米管薄膜中包括孔径小于 1 微米的微孔结构。

4. 如权利要求 1 所述的锂离子电池负极,其特征在于,所述的碳纳米管薄膜厚度为 1 微米至 1 毫米。

5. 如权利要求 1 所述的锂离子电池负极,其特征在于,进一步包括一集电体,所述的碳纳米管薄膜设置在该集电体表面。

6. 如权利要求 5 所述的锂离子电池负极,其特征在于,所述的碳纳米管薄膜通过范德华力与集电体紧密结合或通过导电胶与集电体紧密结合。

7. 如权利要求 5 所述的锂离子电池负极,其特征在于,所述的集电体为金属基板。

8. 一种如权利要求 1 所述的锂离子电池负极的制备方法,其包括以下步骤:

提供一碳纳米管阵列形成于一基底;

提供一施压装置,挤压上述碳纳米管阵列,形成一碳纳米管薄膜,从而得到一锂离子电池负极。

9. 如权利要求 8 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,所述的碳纳米管阵列的高度大于 100 微米。

10. 如权利要求 8 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,所述的施压装置为一平面压头。

11. 如权利要求 8 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,所述的施压装置为一滚轴状压头。

12. 如权利要求 10 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,所述的挤压碳纳米管阵列的过程为采用平面压头沿垂直于上述碳纳米管阵列生长的基底的方向挤压。

13. 如权利要求 11 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,所述的挤压碳纳米管阵列的过程为采用滚轴状压头沿某一固定方向碾压。

14. 如权利要求 11 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,所述的挤压碳纳米管阵列的过程为采用滚轴状压头沿不同方向碾压。

15. 如权利要求 8 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,进一步包括以下步骤:

提供一集电体;

将该碳纳米管薄膜直接压制在该集电体表面或采用导电胶将该碳纳米管薄膜粘结在集电体表面,从而得到一锂离子电池负极。

16. 如权利要求 8 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,进一步包括以下步骤:

提供一集电体;

将该集电体覆盖在上述的碳纳米管阵列上;

采用施压装置挤压上述覆盖有集电体的碳纳米管阵列,从而得到一锂离子电池负极。

17. 如权利要求 8 所述的锂离子电池负极的制备方法,其特征在于,进一步包括:将该碳纳米管薄膜切割成预定的尺寸和形状,形成一预定尺寸和形状的锂离子电池负极。

18. 一种包括如权利要求 1 所述的锂离子电池负极的锂离子电池,其包括:一壳体及置于壳体内的正极,负极,电解液和隔膜,其中,隔膜置于正极与负极之间,隔膜将壳体内部空间分为两部分,正极与隔膜及负极之间保持间隔,电解液置于壳体内,正极与负极置于电解液中,其特征在于,所述的负极包括一碳纳米管薄膜,该碳纳米管薄膜为由多个碳纳米管组成的自支撑结构,且所述多个碳纳米管基本平行于碳纳米管薄膜表面。

19. 如权利要求 18 所述的锂离子电池,其特征在于,所述的正极材料为锂或含锂的过渡金属氧化物。

20. 如权利要求 18 所述的锂离子电池,其特征在于,所述的电解液包括碳酸乙烯酯、二乙基碳酸酯及六氟磷酸锂。

21. 如权利要求 20 所述的锂离子电池,其特征在于,所述的电解液中碳酸乙烯酯和二乙基碳酸酯的体积比为 1 : 1。

22. 如权利要求 18 所述的锂离子电池,其特征在于,所述的隔膜材料为聚烯烃。

23. 如权利要求 18 所述的锂离子电池,其特征在于,所述的锂离子电池的首次充放电效率大于 140%,首次放电容量大于 700mAh/g。

锂离子电池负极,其制备方法和应用该负极的锂离子电池

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锂离子电池负极及其制备方法以及应用该锂离子电池负极的锂离子电池,尤其涉及一种基于碳纳米管的锂离子电池负极及其制备方法以及应用该锂离子电池负极的锂离子电池。

背景技术

[0002] 锂离子电池是一种新型的绿色化学电源,与传统的镍镉电池、镍氢电池相比具有电压高、寿命长、能量密度大的优点。自1990年日本索尼公司推出第一代锂离子电池后,它已经得到迅速发展并广泛用于各种便携式设备。

[0003] 传统的锂离子电池通常包括正极、负极、隔膜和电解质四个部分。常见的锂离子电池的正极材料通常选自含锂的活性化合物,负极材料则选自碳系材料。充电时,加在电池两极的电势迫使正极的化合物释出锂离子,嵌入负极分子排列呈片层结构的碳中。放电时,锂离子则从片层结构的碳中析出,重新和正极的化合物结合。

[0004] 由此可见,负极活性材料是决定锂离子电池性能的重要因素之一。一种好的负极活性材料应具有以下特点:比能量高;充放电反应可逆性好;与电解液和粘结剂的兼容性好;比表面积小($< 10\text{m}^2/\text{g}$),真密度高($> 2.0\text{g}/\text{cm}^3$);嵌锂过程中尺寸和机械稳定性好;资源丰富,价格低廉;在空气中稳定、无毒副作用等。目前,碳材料被广泛用作锂离子电池的负极材料,这些材料的优点是比容量高($200\text{mAh}/\text{g} \sim 400\text{mAh}/\text{g}$),循环效率高($> 95\%$),循环寿命长和电池内部没有金属锂而不存在安全问题。现有的碳负极材料有石墨、乙炔黑、微珠碳、石油焦、碳纤维、裂解聚合物和裂解碳等。

[0005] 然而,碳材料的种类、制备方法和热处理温度不同时,均会导致负极材料组成和结构上的差异,进而引起锂离子嵌入行为与性能的差异。现有技术中,通常使用天然石墨作为锂离子电池负极材料。纯的天然石墨作为锂离子电池负极材料时具有比容量高(可达到 $370\text{mAh}/\text{g} \sim 430\text{mAh}/\text{g}$)、价格低廉、来源丰富的优点。然而,使用天然石墨的锂离子电池负极也存在首次充放电效率低,循环性能差,对电解液选择性高的缺点。这主要是由于石墨的表面结构特点使得首次嵌锂过程中所形成的钝化膜(Solid Electrolyte Interface, SEI)具有不均匀性和脆性。这些缺点限制了这种负极活性材料在锂离子电池中的广泛应用。

[0006] 碳纳米管(carbon nanotube, CNT)是近年来发现的一种新型碳系材料,由单层或多层的石墨片状结构卷曲而成。碳纳米管的层间距为0.34纳米,略大于石墨的层间距,有利于锂离子的嵌入和脱出。碳纳米管作锂离子电池负极材料,锂离子不仅可嵌入中空管内,而且可嵌入到层间的缝隙、空穴之中,具有嵌入深度小、过程短,嵌入位置多等优点。已有报道采用碳纳米管制作的锂离子电池负极(请参见, Effects of synthesis condition of graphiticnanocarbon tube on anodic property of Li-ion rechargeable battery, Journal of power source, V97-98, P129-132(2001))。

[0007] 然而,目前采用碳纳米管制作的锂离子电池负极,通常将碳纳米管和粘接剂混合均匀后涂覆于集电体上制得电池负极。由于粘结剂的影响,不能充分的利用碳纳米管的表

面微孔结构,这限制了负极对锂离子的吸附能力。而且,使用该负极的锂离子电池也存在首次充放电效率低,循环性能差,且对电解液选择性高的缺点。

[0008] 因此,确有必要提供一种锂离子电池负极及其制备方法以及应用该锂离子电池负极的锂离子电池,应用该锂离子电池负极的锂离子电池具有较高充放电效率,循环性能好,且对电解液选择性不高。

[0009] 发明内容

[0010] 一种锂离子电池负极,该锂离子电池负极包括一碳纳米管薄膜,该碳纳米管薄膜为由多个碳纳米管组成的自支撑结构,且所述多个碳纳米管基本平行于碳纳米管薄膜表面。

[0011] 所述的碳纳米管薄膜中碳纳米管沿各向同性或一固定方向择优取向或不同方向择优取向排列。

[0012] 所述的碳纳米管薄膜中含有大量的微孔结构,微孔孔径小于 1 微米。

[0013] 所述的碳纳米管薄膜厚度为 1 微米至 1 毫米。

[0014] 所述的锂离子电池负极,进一步包括一集电体,上述碳纳米管薄膜设置于该集电体表面。

[0015] 所述的碳纳米管薄膜通过范德华力与集电体紧密结合。

[0016] 所述的集电体为金属基板。

[0017] 所述的金属为铜、金、银或钨。

[0018] 一种锂离子电池负极的制备方法,包括以下步骤:提供一碳纳米管阵列形成于一基底;提供一集电体,将该集电体覆盖在上述的碳纳米管阵列上;挤压上述覆盖有集电体的碳纳米管阵列,形成一碳纳米管双层结构,从而得到一锂离子电池负极。

[0019] 所述的碳纳米管阵列的高度大于 100 微米。

[0020] 所述的施压装置为一平面压头或滚轴状压头。

[0021] 所述的挤压覆盖有集电体的碳纳米管阵列的过程为采用平面压头沿垂直于上述碳纳米管阵列生长的基底的方向挤压。

[0022] 所述的挤压覆盖有集电体的碳纳米管阵列的过程为采用滚轴状压头沿某一固定方向碾压。

[0023] 所述的挤压覆盖有集电体的碳纳米管阵列的过程为采用滚轴状压头沿不同方向碾压。

[0024] 所述的锂离子电池负极的制备方法,可以提供一施压装置直接挤压上述碳纳米管阵列,形成一碳纳米管薄膜,从而得到一锂离子电池负极。

[0025] 所述的锂离子电池负极的制备方法,进一步包括,将该碳纳米管薄膜直接压制在一集电体表面或采用导电胶将该碳纳米管薄膜粘结在集电体表面,从而得到一锂离子电池负极。

[0026] 所述的锂离子电池负极的制备方法,进一步包括,将该碳纳米管薄膜切割成预定的尺寸和形状,形成预定尺寸和形状的锂离子电池负极。

[0027] 一种锂离子电池,其包括:一壳体及置于壳体内的正极,负极,电解液和隔膜,其中,隔膜置于正极与负极之间,隔膜将壳体内部空间分为两部分,正极与隔膜及负极之间保持间隔,电解液置于壳体内,正极与负极置于电解液中。该锂离子电池中,所述的负极包括

一碳纳米管薄膜,该碳纳米管薄膜为由多个碳纳米管组成的自支撑结构,且所述多个碳纳米管基本平行于碳纳米管薄膜表面。

[0028] 所述的正极材料为锂或含锂的过渡金属氧化物。

[0029] 所述的电解液包括碳酸乙烯酯、二乙基碳酸酯及六氟磷酸锂,其中,六氟磷酸锂溶于碳酸乙烯酯和二乙基碳酸酯的混合溶剂中。

[0030] 所述的电解液中碳酸乙烯酯和二乙基碳酸酯的体积比为 1 : 1。

[0031] 所述的隔膜材料为聚烯烃。

[0032] 相较于现有技术,所述的锂离子电池负极包括碳纳米管薄膜。该碳纳米管薄膜中,碳纳米管平行于碳纳米管薄膜表面,碳纳米管为沿各向同性或一固定方向择优取向或不同方向择优取向排列。碳纳米管薄膜中含有大量的微孔结构和极大的比表面积。而且,该碳纳米管薄膜中不含有任何粘结剂,这有利于充分的利用碳纳米管的表面微孔结构,吸附更多的锂离子。所以,该锂离子电池负极可有效增加锂离子的嵌入量,可改善首次嵌锂过程中所形成的钝化膜的稳定性,且对电解液的选择性不高。碳纳米管薄膜具有优良的导电性能。由于碳纳米管阵列中碳纳米管生长均匀,因而所制备的碳纳米管薄膜中的碳纳米管分散均匀,使得该碳纳米管薄膜具有较好的机械强度和韧性。另外,该制备锂离子电池负极的方法工序简单,易于实际应用。且,依据施加压力方式的不同,可控制碳纳米管薄膜中碳纳米管为沿各向同性或一固定方向择优取向或不同方向择优取向排列。

附图说明

[0033] 图 1 是本技术方案实施例的锂离子电池负极的结构示意图。

[0034] 图 2 是本技术方案实施例的锂离子电池负极的制备方法的流程示意图。

[0035] 图 3 是本技术方案实施例制备的各向同性碳纳米管薄膜的扫描电镜照片。

[0036] 图 4 是本技术方案实施例制备的择优取向碳纳米管薄膜的扫描电镜照片。

[0037] 图 5 是本技术方案实施例制备的碳纳米管薄膜的照片。

[0038] 图 6 是本技术方案实施例的锂离子电池的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 以下将结合附图对本技术方案作进一步的详细说明。

[0040] 请参阅图 1,本技术方案实施例提供一种锂离子电池负极 10,该锂离子电池负极 10 包括一集电体 12 和一由集电体 12 支撑的碳纳米管薄膜 14。该集电体 12 可为一金属基板,优选为铜箔。该碳纳米管薄膜 14 设置于集电体 12 表面。该碳纳米管薄膜 14 直接压在集电体 12 表面或采用导电胶将该碳纳米管薄膜粘结在集电体表面。该碳纳米管薄膜 14 为由多个碳纳米管组成的自支撑结构,且多个碳纳米管平行于碳纳米管薄膜 14 表面。该碳纳米管薄膜 14 中,碳纳米管为沿各向同性或一固定方向择优取向或不同方向择优取向排列。该碳纳米管薄膜 14 中碳纳米管之间通过范德华力相互吸引,紧密结合,形成由多个碳纳米管组成的自支撑结构,使得该碳纳米管薄膜 14 具有很好的韧性,可以用来制作各种形状的锂离子电池负极。碳纳米管薄膜 14 中含有大量的微孔结构,微孔孔径小于 1 微米,使得该碳纳米管具有极大的比表面积。可以理解,本实施例中锂离子电池负极 10 中的集电体 12 为可选择的结构,即,本实施例中的锂离子电池负极 10 可仅包括碳纳米管薄膜 14。由于

碳纳米管薄膜 14 本身已经具有一定的自支撑性及稳定性,而且,碳纳米管本身具有优良的导电性能,实际应用时,可直接将该碳纳米管薄膜 14 用于锂离子电池负极 10。

[0041] 本实施例中,该碳纳米管薄膜 14 的宽度可为 1 厘米~10 厘米,该碳纳米管薄膜 14 的厚度为 1 微米~2 毫米。可以理解,本实施例中该碳纳米管薄膜 14 可根据实际应用切割成预定的尺寸(如切割成 8 毫米×8 毫米)和形状,以利于组装成微型的锂离子电池,扩大其应用范围。

[0042] 请参阅图 2,本技术方案实施例还进一步提供一种锂离子电池负极的制备方法,具体包括以下步骤:

[0043] 步骤一:提供一碳纳米管阵列形成于一基底,优选地,该阵列为超顺排碳纳米管阵列。

[0044] 本实施例中,碳纳米管阵列的制备方法采用化学气相沉积法,其具体步骤包括:(a) 提供一平整基底,该基底可选用 P 型或 N 型硅基底,或选用形成有氧化层的硅基底,本实施例优选为采用 4 英寸的硅基底;(b) 在基底表面均匀形成一催化剂层,该催化剂层材料可选用铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)或其任意组合的合金之一;(c) 将上述形成有催化剂层的基底在 700~900℃的空气中退火约 30 分钟~90 分钟;(d) 将处理过的基底置于反应炉中,在保护气体环境下加热到 500~740℃,然后通入碳源气体反应约 5~30 分钟,生长得到碳纳米管阵列,其高度大于 100 微米。该碳纳米管阵列为多个彼此平行且垂直于基底生长的碳纳米管形成的纯碳纳米管阵列。该碳纳米管阵列与上述基底面积基本相同。通过上述控制生长条件,该超顺排碳纳米管阵列中基本不含有杂质,如无定型碳或残留的催化剂金属颗粒等。

[0045] 本实施例中碳源气可选用乙炔、乙烯、甲烷等化学性质较活泼的碳氢化合物,本实施例优选的碳源气为乙炔;保护气体为氮气或惰性气体,本实施例优选的保护气体为氩气。

[0046] 可以理解,本实施例提供的碳纳米管阵列不限于上述制备方法。本实施例提供的碳纳米管阵列为单壁碳纳米管阵列、双壁碳纳米管阵列及多壁碳纳米管阵列中的一种。

[0047] 步骤二:提供一集电体 12,将该集电体 12 覆盖在所述的碳纳米管阵列上。

[0048] 本实施例中,该集电体 12 选自金属基板。其中金属可以是银、钨、金、铜等金属中的一种。本实施例中优选的集电体 12 为铜箔。该集电体 12 与碳纳米管阵列面积基本相同,将上述集电体 12 覆盖在所述的碳纳米管阵列上,由于碳纳米管具有很好的粘性,所以上述集电体 12 可以比较牢固地粘附在碳纳米管阵列上。

[0049] 步骤三:挤压上述覆盖有集电体 12 的碳纳米管阵列,形成一碳纳米管双层结构,从而得到一锂离子电池负极 10。

[0050] 上述挤压覆盖有集电体 12 的碳纳米管阵列的过程是通过一施压装置进行的。

[0051] 该施压装置施加一定的压力于上述覆盖有集电体 12 的碳纳米管阵列上。在施压的过程中,碳纳米管阵列在压力的作用下会与生长的基底分离,从而形成由多个碳纳米管组成的具有自支撑结构的碳纳米管薄膜 14,且多个碳纳米管基本上与集电体 12 表面平行。其中,碳纳米管薄膜 14 与上述集电体 12 之间通过范德华力紧密结合。本实施例中,施压装置为一压头,压头表面光滑,压头的形状及挤压方向决定制备的碳纳米管薄膜 14 中碳纳米管的排列方式。具体地,当采用平面压头沿垂直于上述碳纳米管阵列生长的基底的方向挤压时,可获得碳纳米管沿各向同性排列的碳纳米管薄膜 14(请参阅图 3);当采用滚轴状压

头沿某一固定方向择优碾压时,可获得碳纳米管沿该固定方向择优取向排列的碳纳米管薄膜 14(请参阅图 4);当采用滚轴状压头沿不同方向碾压时,可获得碳纳米管沿不同方向取向排列的碳纳米管薄膜 14。

[0052] 可以理解,当采用上述不同方式挤压覆盖有集电极 12 的碳纳米管阵列时,碳纳米管阵列会在压力的作用下倾倒,并与相邻的碳纳米管阵列通过范德华力相互吸引、连接形成由多个碳纳米管组成的且具有自支撑结构的碳纳米管薄膜 14。多个碳纳米管与集电极 12 表面基本平行并沿各向同性或一固定方向择优取向或不同方向择优取向排列。另外,在压力的作用下,碳纳米管阵列会与生长的基底分离,从而使得到的锂离子电池负极 10 容易与基底脱离。

[0053] 本技术领域技术人员应明白,上述碳纳米管阵列的倾倒程度(倾角)与压力的大小有关,压力越大,倾角越大。制备的锂离子电池负极 10 的厚度取决于碳纳米管阵列的高度、集电极 12 的厚度以及压力大小。碳纳米管阵列的高度越大、集电极 12 越厚而施加的压力越小,则制备的锂离子电池负极 10 的厚度越大;反之,碳纳米管阵列的高度越小、集电极 12 越薄而施加的压力越大,则制备的锂离子电池负极 10 的厚度越小。

[0054] 进一步,本实施例中,也可以先直接用施压装置施加一定的压力于上述碳纳米管阵列。并采用步骤三所述的压制方法压制碳纳米管阵列,碳纳米管会在压力的作用下倾倒形成具有自支撑结构的碳纳米管薄膜 14。请参阅图 5,为本发明实施例制备的碳纳米管薄膜 14 的宏观照片,该碳纳米管薄膜 14 的直径为 10 厘米。然后再提供一集电极 12,将该碳纳米管薄膜 14 直接压制在集电极 12 表面或采用导电胶将该碳纳米管薄膜 14 粘结在集电极 12 表面,从而得到一锂离子电池负极 10。可以理解,本实施例中,由于碳纳米管薄膜 14 本身已经具有一定的自支撑性及稳定性,且,碳纳米管本身具有优良的导电性能,所以,在实际应用时,可直接将该碳纳米管薄膜 14 用于锂离子电池负极。

[0055] 本技术领域技术人员应明白,本实施例中,该碳纳米管薄膜 14 还可根据实际需要,切割成任意形状或尺寸,可应用于微型锂离子电池,有利于扩大其应用范围。

[0056] 本实施例制备的碳纳米管薄膜 14 中,碳纳米管平行于碳纳米管薄膜 14 表面,碳纳米管为沿各向同性或一固定方向择优取向或不同方向择优取向排列。碳纳米管薄膜 14 中含有大量的微孔结构,微孔孔径小于 1 微米,使得该碳纳米管具有极大的比表面积。而且,该碳纳米管薄膜 14 中不含有任何粘结剂,这有利于充分的利用碳纳米管的表面微孔结构,吸附更多的锂离子。

[0057] 另外,本实施例通过施压装置直接施压于碳纳米管阵列制备碳纳米管薄膜 14 的方法,由于碳纳米管阵列中碳纳米管生长均匀,因而可使得碳纳米管在制备的碳纳米管薄膜 14 中分散均匀,具有较好的机械强度和韧性。

[0058] 本实施例中,采用施压装置直接施加压力于碳纳米管阵列的方式制备碳纳米管薄膜 14,方法简单。依据施加压力方式的不同可使碳纳米管薄膜 14 中碳纳米管为各向同性或沿一个方向择优取向或多个方向取向排列。

[0059] 请参见图 6,本技术方案实施例进一步提供一种应用上述锂离子电池负极的锂离子电池 500,其包括:一壳体 502 及置于壳体 502 内的正极 504,负极 506,电解液 508 和隔膜 510,其中,所述的负极 506 为采用上述方法制备的锂离子电池负极。该锂离子电池 500 中,隔膜 510 置于正极 504 与负极 506 之间,而且隔膜 510 将壳体 502 内部空间分为两部

分。正极 504 与负极 506 分别置于隔膜 510 两侧,正极 504 与隔膜 510 及负极 506 与隔膜 510 之间保持间隔。电解液 508 置于壳体 502 内,正极 504 与负极 506 置于电解液 508 中。正极包括一正极集电体 512 与一层正极材料 514,负极 506 包括一负极集电体 518 与一碳纳米管薄膜 516。正极接线端 520 与负极接线端 522 分别连接在正极集电体 512 与负极集电体 518 顶端。

[0060] 本实施例中,上述正极 504、隔膜 510 和电解液 508 没有特别限制。对本实施例制备的锂离子电池 500 进行充放电性能测试。其中,正极材料 514 优选为锂金属或含锂的过渡金属氧化物,隔膜 510 材料优选为聚烯烃,电解液 508 优选为溶于碳酸乙烯酯 (Ethylene Carbonate, EC) 和二乙基碳酸酯 (Diethyl Carbonate, DEC) (体积比为 1 : 1) 混合溶剂中浓度为 1 摩尔 / 升的六氟磷酸锂 (LiPF_6)。本实施例锂离子电池在应用时,对应的正极材料 514、隔膜 510 和电解液 508 可选择为其他材料。

[0061] 请参阅下表,为测量方便本实施例以包括 50 微克碳纳米管薄膜 516 的锂离子电池负极 506 组装成锂离子电池 500 后进行充放电测试,结果表明:本实施例锂离子电池 500 具有高的充放电效率和比容量,且该锂离子电池 500 具有良好的循环充放电性能。其中,该锂离子电池 500 的首次充放电效率大于 140%,为 149.8%,首次放电容量大于 700mAh/g,为 764mAh/g。经过 11 次循环后,该锂离子电池 500 的充电循环容量保持率为 90%。

[0062] 表 1 锂离子电池的充放电循环性能

[0063]

循环次数	充电 (mAh)	放电 (mAh)	效率
1	0	0.1094	0
2	0.0255	0.0382	149.8
3	0.0270	0.0321	118.5
4	0.0252	0.0293	116.2
5	0.0242	0.0277	114.1
6	0.0241	0.0271	112.3
7	0.0236	0.0264	111.6
8	0.0234	0.026	110.8
9	0.023	0.0259	110.3
10	0.0227	0.0257	109.1
11	0.0229	0.0259	109.6
12	0.0226	0.0254	108
13	0.0227	0	0

[0064] 另外,本领域技术人员还可在本发明精神内做其他变化,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。

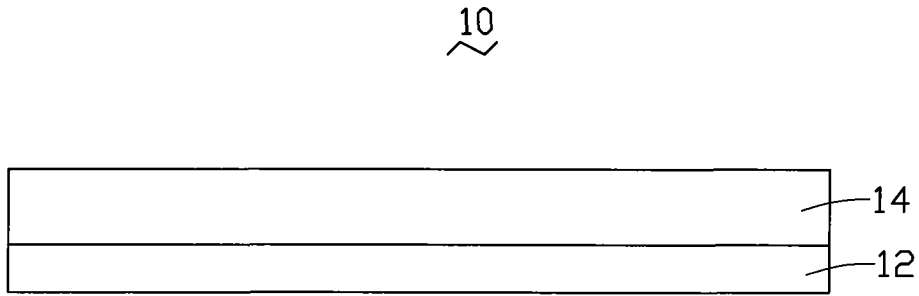


图 1

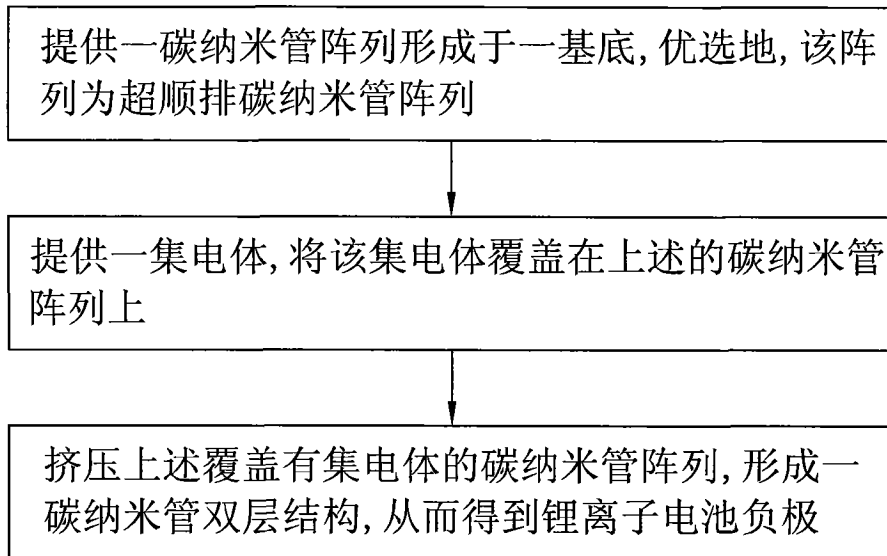


图 2

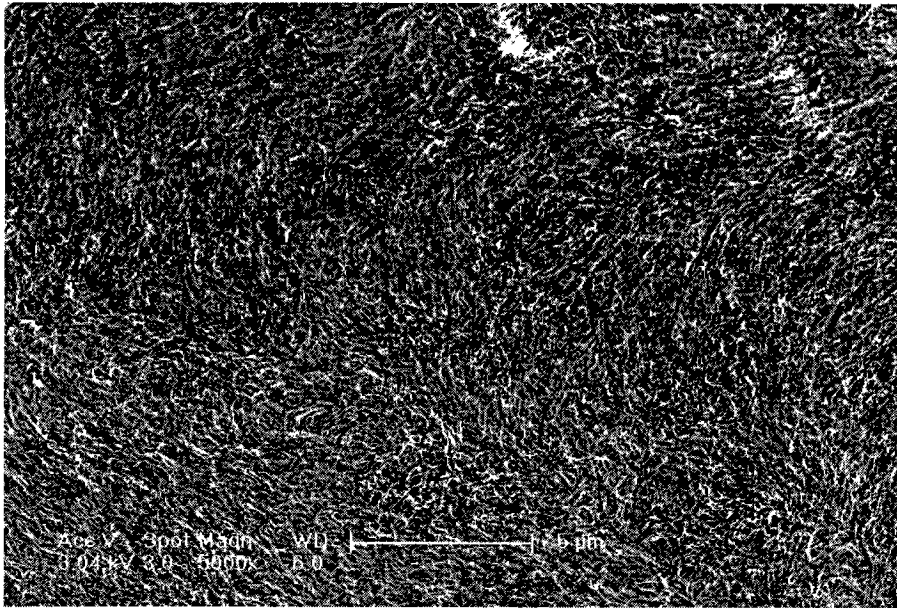


图 3

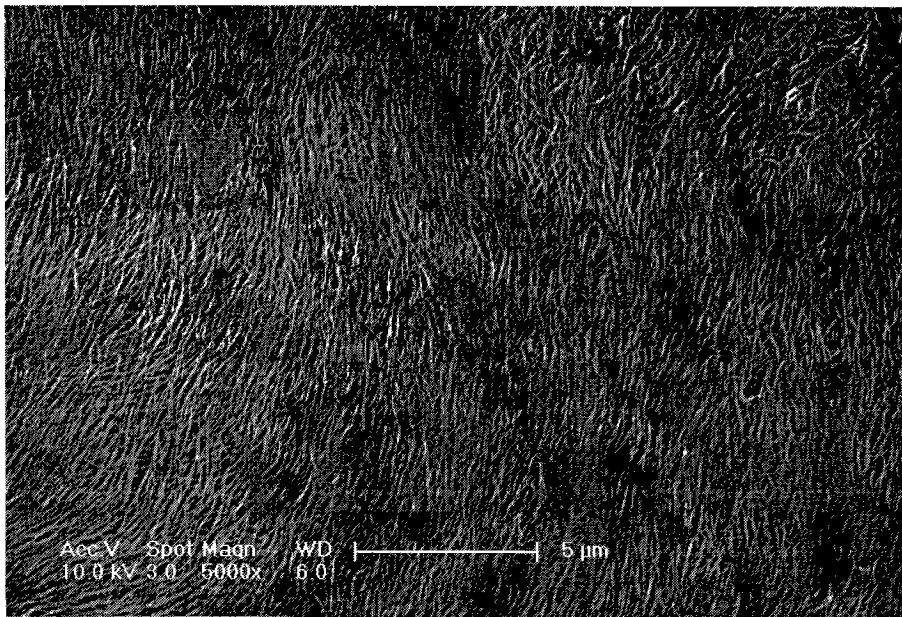


图 4

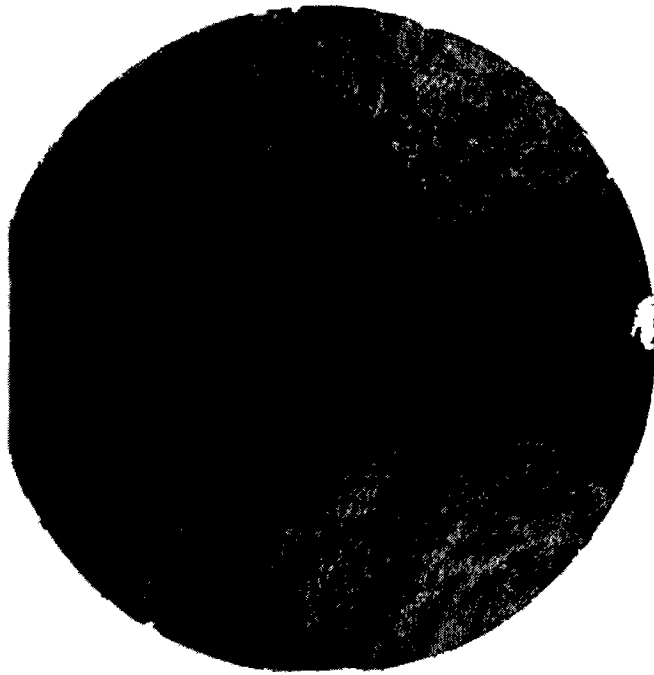


图 5

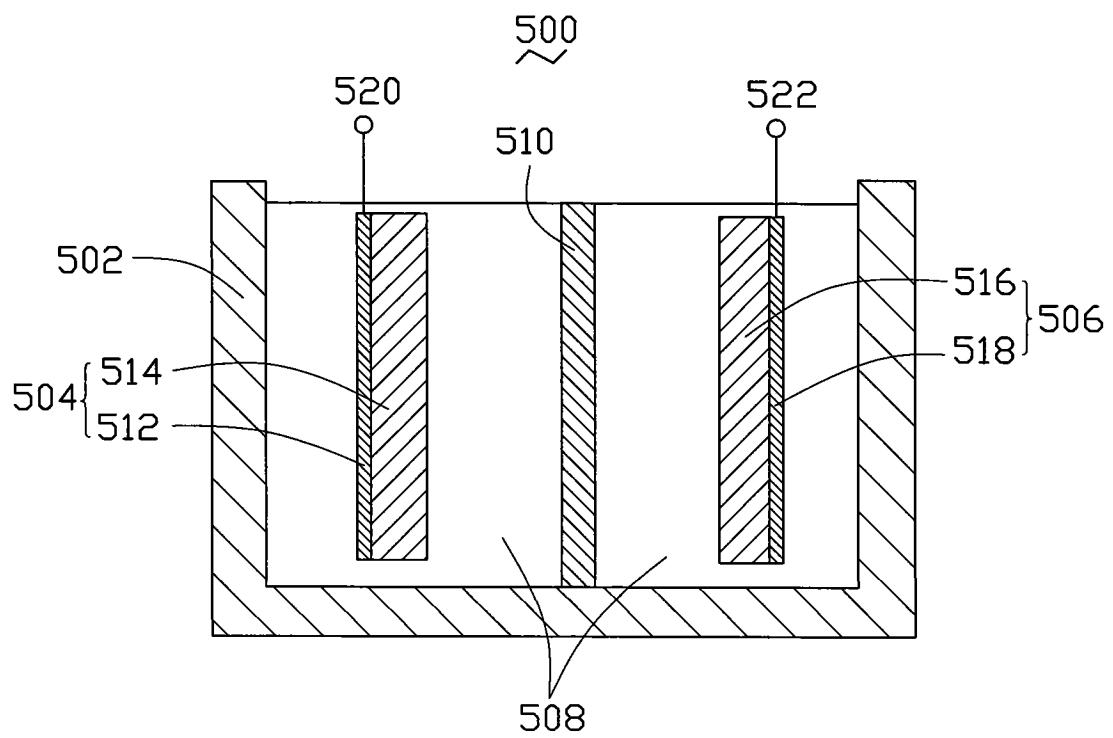


图 6