



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115312784 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 08

(21) 申请号 202211243917.5

(22) 申请日 2022.10.12

(71) 申请人 天津朗缪新材料科技有限公司

地址 300450 天津市滨海新区滨海高新区
华苑产业区兰苑路五号B座-405

(72) 发明人 宋振兴 宋文琪 宋文瑄 谢玉娟

(74) 专利代理机构 北京沁优知识产权代理有限公司 11684

专利代理师 胡妍

(51) Int. Cl.

H01M 4/62 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

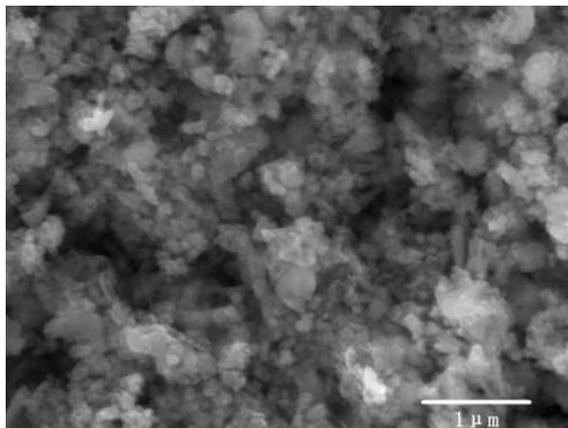
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种锂离子电池用纳米复合添加剂及制备方法和应用

(57) 摘要

本发明一种锂离子电池用纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,所述纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末、防团聚添加剂的质量比为(0.8-1.2):(0.8-1.2):0.01。本发明制备的复合添加剂可以促成锂离子电池正极材料构造出纳米三维网络结构,从而提高电导率和比表面积,这有利于电解液的渗透,提高了Li⁺的迁移率,降低了界面阻抗,提高电池性能。当锂离子电池热失控时,陶瓷颗粒会产生体积膨胀,在高温下可以阻断电池回路,从而避免严重的自燃和爆炸。



1. 一种锂离子电池用纳米复合添加剂,其特征在于,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,所述纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末、防团聚添加剂的质量比为(0.8-1.2):(0.8-1.2):0.01。

2. 如权利要求1所述的一种锂离子电池用纳米复合添加剂,其特征在于,所述陶瓷颗粒经过如下处理:将纳米陶瓷颗粒放入硝酸水溶液中,回流,过滤,加入纤维素水溶液,依次经过喷雾干燥处理、高温加热处理,得到处理后的纳米陶瓷颗粒。

3. 如权利要求2所述的一种锂离子电池用纳米复合添加剂,其特征在于,所述硝酸水溶液的质量分数为1%-5%,所述纤维素水溶液的质量分数为1%。

4. 如权利要求1所述的一种锂离子电池用纳米复合添加剂,其特征在于,所述石墨烯经过如下处理:石墨烯粉末高温退火处理,降至室温,将石墨烯进行酸化处理,离心回收,得到处理后的石墨烯粉末。

5. 如权利要求4所述的一种锂离子电池用纳米复合添加剂,其特征在于,所述酸化处理是将石墨烯置于混酸中,所述混酸是浓硫酸和浓硝酸的混合物,二者体积比为3:1。

6. 制备如权利要求1-5任一所述的纳米复合添加剂的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1:将处理后的石墨烯粉末放入无水乙醇中配置成质量浓度为1%的溶液,然后进行超声处理,将处理后的纳米陶瓷颗粒和防团聚添加剂加入该溶液中,得到混合物;

S2:将步骤S1得到的混合物依次进行砂磨处理、加热搅拌处理、干燥处理,将干燥后的半成品高温退火处理,降至室温,得到纳米复合添加剂。

7. 如权利要求6所述的一种锂离子电池用纳米复合添加剂的制备方法,其特征在于,步骤S1中处理后的纳米陶瓷颗粒与防团聚添加剂的摩尔比为100000:(1-6)。

8. 如权利要求7所述的一种锂离子电池用纳米复合添加剂的制备方法,其特征在于,步骤S2的高温退火处理中的气体氛围是氮气和氢气的混合气,二者体积比为50:(1-4)。

9. 一种如权利要求1-5任一所述的纳米复合添加剂的应用,其特征在于,所述纳米复合添加剂与正极材料混合使用制成电池,所述纳米复合添加剂与正极材料质量比为1:1000。

一种锂离子电池用纳米复合添加剂及制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锂离子电池用纳米复合添加剂及制备方法和应用,属于锂电池技术领域。

背景技术

[0002] 锂离子电池具有比能量高、循环寿命长、电压高等优点,被广泛应用于便携设备、电动汽车领域。特别是近年来,随着我国能源战略的确立,越来越多的电动汽车使用动力锂离子电池。但是,锂离子电池存在自燃的问题一直难以解决,锂离子电池自燃主要是因为电池循环过程中产生枝晶造成内部短路,从而引起高温引燃电解液。目前所有种类的锂离子电池都存在这个现象。

[0003] 近年来,锂离子电池引发的火灾甚至爆炸事件屡见不鲜,很大程度上制约了锂离子电池的发展。锂离子电池发生危险的原因是电池内部发生失控的放热反应,主要是由以下动作引起的:(1)如锂离子电池过充,正极材料继续脱锂,导致结构坍塌或从阴极材料释放氧气,导致电解质氧化和分解,释放大量热量。(2)锂离子电池在长期循环过程中,负极表面会形成锂枝晶。其中一些脱落形成“死锂”,而另一些则生长并刺破隔膜,导致电池短路。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,本发明的第一目的在于提供一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂。

[0005] 本发明的第二目的在于提供上述纳米复合添加剂的制备方法。

[0006] 本发明的第三目的在于提供上述纳米复合添加剂的应用。

[0007] 为了实现第一目的,本发明是通过如下的技术方案来实现:一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,所述纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末、防团聚添加剂的质量比为(0.8-1.2):(0.8-1.2):0.01;

优选的,所述纳米陶瓷颗粒为五氧化二铌、二氧化钛、气相白炭黑、三氧化二铝、碳化钛、氮化硅、 TiB_2 、 B_4C 、 ZrO_2 、 ZrH 、 Y_2O_3 、CNTs、BN、 $BaTiO_3$ 中的一种或几种。

[0008] 优选的,所述陶瓷颗粒经过如下处理:将纳米陶瓷颗粒放入硝酸水溶液中,回流,过滤,加入纤维素水溶液,依次经过喷雾干燥处理、高温加热处理,得到处理后的纳米陶瓷颗粒。

[0009] 优选的,所述防团聚添加剂为一乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、十二烷基硫酸钠、十二烷基苯磺酸钠、乳化剂OP-10、乳化剂OP-20、PVP、脂肪醇、脂肪酸、脂肪胺、烷基苯、磺化类产烷基苯磺酸/盐(LAS)、AES、脂肪醇醚硫酸盐、烷基苯磺酸、烷基硫酸盐、烯烴磺酸盐、磷酸酯、羧酸酯、磷酸酯、脂肪醇醚、聚醚、脂肪胺醚、烷基酚醚、烷醇酰胺和烷基糖苷中的一种或几种。

[0010] 优选的,所述硝酸水溶液的质量分数为1%-5%,所述纤维素水溶液的质量分数为1%。

[0011] 采用上述技术方案,所采用的纳米陶瓷颗粒的粒径为1-100nm,将纳米陶瓷颗粒放入质量分数为1%-5%的硝酸水溶液,120-150℃回流处理1-3h,过滤回收后,加入1L质量分数为1%的纤维素水溶液,搅拌1-5h,利用喷雾干燥器得到颗粒形态产品,再放置真空加热炉中600-900℃加热2-6h,降至室温,得到处理后的纳米陶瓷颗粒。

[0012] 通过硝酸及混酸处理是为了去除石墨烯中的杂质,同时石墨烯带上硝基等基团,通过这些基团增加石墨烯与其他物质的亲和性。

[0013] 优选的,所述石墨烯经过如下处理:石墨烯粉末高温退火处理,降至室温,将石墨烯进行酸化处理,离心回收,得到处理后的石墨烯粉末。

[0014] 优选的,所述酸化处理是将石墨烯置于混酸中,所述混酸是浓硫酸和浓硝酸的混合物,二者体积比为3:1。

[0015] 采用上述技术方案,石墨烯粉末在400-500℃下退火处理1h,使薄膜结晶,自然冷却至室温后取出,将纳米石墨烯在混酸(浓硫酸和浓硝酸的体积比为3:1)溶液中120-150℃酸化处理1-8h,离心回收,得到处理后的石墨烯。将石墨烯粉末进行处理,主要是为了避免在后续严苛的处理过程中对石墨烯结构造成表面破坏或切割结构。

[0016] 为了实现第二目的,本发明是通过如下的技术方案来实现:一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的制备方法,包括如下步骤:

S1:将处理后的石墨烯粉末放入无水乙醇中配置成质量浓度为1%的溶液,然后进行超声处理,将处理后的纳米陶瓷颗粒和防团聚添加剂加入该溶液中,得到混合物;

S2:将步骤S1得到的混合物依次进行砂磨处理、加热搅拌处理、干燥处理,将干燥后的半成品高温退火处理,降至室温,得到纳米复合添加剂。

[0017] 优选的,步骤S1中处理后的纳米陶瓷颗粒与防团聚添加剂的摩尔比为100000:(1-6)。

[0018] 采用上述技术方案,将石墨烯粉体放入无水乙醇中配置成质量浓度为1%的溶液,然后进行超声处理。待石墨烯粉体分散均匀后,将处理后的陶瓷颗粒和防团聚添加剂加入该溶液中。

[0019] 优选的,步骤S2的高温退火处理中的气体氛围是氮气和氢气的混合气,二者体积比为50:(1-4)。

[0020] 采用上述技术,将混合物加入砂磨机中,砂磨处理0.5-2h,然后置于磁力搅拌水浴锅中加热搅拌4-8h后马上放入100℃烘箱中干燥1-2h,然后放入热处理炉中500-900℃退火1h,气体氛围是氮气和氢气的混合气,氮气与氢气的体积为50:(1-4),然后自然降温,得到最终产品。

[0021] 为了实现第三目的,本发明是通过如下的技术方案来实现:一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的应用,所述纳米复合添加剂与正极材料混合使用制成电池,所述纳米复合添加剂与正极材料质量比为1:1000。

[0022] 本发明的有益效果:

(1)本发明通过向正极材料中添加纳米陶瓷颗粒与石墨烯复合材料,将导电性非常好的1-3层石墨烯包裹陶瓷颗粒,形成锂离子电池用3D耐高温添加剂。

[0023] (2)本发明制备的复合添加剂可以促成锂离子电池正极材料构造出纳米三维网络结构,从而提高电导率和比表面积,这有利于电解液的渗透,提高了Li⁺的迁移率,降低了界

面阻抗,提高电池性能。

[0024] (3)本发明的3D陶瓷-石墨烯复合添加剂可以阻隔锂枝晶的生长通道有效抑制枝晶的产生。当锂离子电池热失控时,陶瓷颗粒会产生体积膨胀,在高温下可以阻断电池回路,从而避免严重的自燃和爆炸。同时,形成对电池正极材料的支撑结构,避免结构坍塌。

附图说明

[0025] 图1为本发明石墨烯复合陶瓷颗粒透射电子显微镜图(3万倍);
图2为本发明石墨烯复合陶瓷颗粒透射电子显微镜图(20万倍);
图3为添加本发明复合添加剂后的锂离子电池正极材料的电子显微镜图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体实施方式,进一步阐述本发明。

[0027] 实施例1

一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,其质量比为80:80:1。

[0028] 本实施例中,陶瓷颗粒经过如下处理:将纳米陶瓷颗粒放入质量分数为1%的硝酸水溶液中,120℃回流处理1h,过滤回收后,加入1L质量分数为1%的纤维素水溶液,搅拌5h,利用喷雾干燥器得到颗粒形态产品,再放置真空加热炉中600℃加热6h,降至室温,得到处理后的纳米陶瓷颗粒。

[0029] 本实施例中,石墨烯经过如下处理:石墨烯粉末在500℃下退火处理1h,降至室温,将石墨烯在混酸(浓硫酸和浓硝酸的体积比为3:1)溶液中120℃酸化处理8h,离心回收,得到处理后的石墨烯。

[0030] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的制备方法,包括如下步骤:

S1:将处理后的石墨烯粉末放入无水乙醇中配置成质量浓度为1%的溶液,然后进行超声处理,将处理后的纳米陶瓷颗粒和防团聚添加剂加入该溶液中,处理后的纳米陶瓷颗粒与防团聚添加剂的摩尔比为100000:1;

S2:将步骤S1得到的混合物依次进行砂磨处理、加热搅拌处理、干燥处理,将干燥后的半成品高温退火处理,气体氛围是氮气和氢气的混合气(二者体积比为50:1),降至室温,得到纳米复合添加剂。

[0031] 本实施例中,纳米陶瓷颗粒为二氧化钛、气相白炭黑的混合物,其质量比为1:1。

[0032] 本实施例中,防团聚添加剂为烷基硫酸盐、烯烴磺酸盐的混合物,其质量比为1:1。

[0033] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的应用,纳米复合添加剂与正极材料混合使用制成电池,纳米复合添加剂与正极材料质量比为1:1000。

[0034] 实施例2

一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,其质量比为120:80:1。

[0035] 本实施例中,陶瓷颗粒经过如下处理:将纳米陶瓷颗粒放入质量分数为3%的硝酸水溶液中,140℃回流处理3h,过滤回收后,加入1L质量分数为1%的纤维素水溶液,搅拌3h,

利用喷雾干燥器得到颗粒形态产品,再放置真空加热炉中800℃加热4h,降至室温,得到处理后的纳米陶瓷颗粒。

[0036] 本实施例中,石墨烯经过如下处理:石墨烯粉末在400℃下退火处理1h,降至室温,将石墨烯在混酸(浓硫酸和浓硝酸的体积比为3:1)溶液中140℃酸化处理1h,离心回收,得到处理后的石墨烯。

[0037] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的制备方法,包括如下步骤:

S1:将处理后的石墨烯粉末放入无水乙醇中配置成质量浓度为1%的溶液,然后进行超声处理,将处理后的纳米陶瓷颗粒和防团聚添加剂加入该溶液中,处理后的纳米陶瓷颗粒与防团聚添加剂的摩尔比为50000:3;

S2:将步骤S1得到的混合物依次进行砂磨处理、加热搅拌处理、干燥处理,将干燥后的半成品高温退火处理,气体氛围是氮气和氢气的混合气(二者体积比为25:2),降至室温,得到纳米复合添加剂。

[0038] 本实施例中,纳米陶瓷颗粒为BN、BaTiO₃的混合物,其质量比为1:1。

[0039] 本实施例中,防团聚添加剂为磷酸酯、脂肪醇醚的混合物,其质量比为1:1。

[0040] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的应用,同实施例1。

[0041] 实施例3

一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,其质量比为120:120:1。

[0042] 本实施例中,陶瓷颗粒经过如下处理:将纳米陶瓷颗粒放入质量分数为5%的硝酸水溶液中,150℃回流处理2h,过滤回收后,加入1L质量分数为1%的纤维素水溶液,搅拌5h,利用喷雾干燥器得到颗粒形态产品,再放置真空加热炉中900℃加热2h,降至室温,得到处理后的纳米陶瓷颗粒。

[0043] 本实施例中,石墨烯经过如下处理:石墨烯粉末在400℃下退火处理1h,降至室温,将石墨烯在混酸(浓硫酸和浓硝酸的体积比为3:1)溶液中150℃酸化处理5h,离心回收,得到处理后的石墨烯。

[0044] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的制备方法,包括如下步骤:

S1:将处理后的石墨烯粉末放入无水乙醇中配置成质量浓度为1%的溶液,然后进行超声处理,将处理后的纳米陶瓷颗粒和防团聚添加剂加入该溶液中,处理后的纳米陶瓷颗粒与防团聚添加剂的摩尔比为25000:1,得到陶瓷颗粒的浓度为1mol/L的混合物;

S2:将步骤S1得到的混合物依次进行砂磨处理、加热搅拌处理、干燥处理,将干燥后的半成品高温退火处理,气体氛围是氮气和氢气的混合气(二者体积比为50:3),降至室温,得到纳米复合添加剂。

[0045] 本实施例中,纳米陶瓷颗粒为Y₂O₃、CNTs的混合物,其质量比为1:1。

[0046] 本实施例中,防团聚添加剂为二乙醇胺、三乙醇胺的混合物,其质量比为1:1。

[0047] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的应用,同实施例1。

[0048] 实施例4

一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,其质量比为120:100:1。

[0049] 本实施例中,陶瓷颗粒经过如下处理:将纳米陶瓷颗粒放入质量分数为2%的硝酸

水溶液中,130℃回流处理2h,过滤回收后,加入1L质量分数为1%的纤维素水溶液,搅拌3h,利用喷雾干燥器得到颗粒形态产品,再放置真空加热炉中700℃加热4h,降至室温,得到处理后的纳米陶瓷颗粒。

[0050] 本实施例中,石墨烯经过如下处理:石墨烯粉末在450℃下退火处理1h,降至室温,将石墨烯在混酸(浓硫酸和浓硝酸的体积比为3:1)溶液中140℃酸化处理6h,离心回收,得到处理后的石墨烯。

[0051] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的制备方法,同实施例1。

[0052] 本实施例中,纳米陶瓷颗粒为五氧化二铌、 ZrO_2 的混合物,其质量比为1:1。

[0053] 本实施例中,防团聚添加剂为十二烷基硫酸钠、脂肪醇醚硫酸盐的混合物,其质量比为1:1。

[0054] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的应用,同实施例1。

[0055] 实施例5

一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,其质量比为100:100:1。

[0056] 本实施例中,陶瓷颗粒经过如下处理:同实施例1。

[0057] 本实施例中,石墨烯经过如下处理:同实施例1。

[0058] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的制备方法,同实施例1。

[0059] 本实施例中,纳米陶瓷颗粒为三氧化二铝、 TiB_2 的混合物,其质量比为1:1。

[0060] 本实施例中,防团聚添加剂为一乙醇胺、乳化剂OP-20的混合物,其质量比为1:1。

[0061] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的应用,同实施例1。

[0062] 实施例6

一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂,包括纳米陶瓷颗粒、石墨烯粉末和防团聚添加剂,其质量比为80:100:1。

[0063] 本实施例中,陶瓷颗粒经过如下处理:同实施例1。

[0064] 本实施例中,石墨烯经过如下处理:同实施例1。

[0065] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的制备方法,同实施例1。

[0066] 本实施例中,纳米陶瓷颗粒为 B_4C 、氮化硅的混合物,其质量比为1:1。

[0067] 本实施例中,防团聚添加剂为十二烷基苯磺酸钠、AES的混合物,其质量比为1:1。

[0068] 一种锂离子电池用防自燃耐高温纳米复合添加剂的应用,同实施例1。

[0069] 试验例1

试验组别:对照组和试验组,其中,未加入本发明的正极材料锰镍钴锰酸锂为对照组,添加本发明复合添加剂的正极材料锰镍钴锰酸锂为试验组,其添加量为0.5%。

[0070] 试验方法:

(1)球磨2min后制成耐热电池,其电池结构为:在手套箱组装成18650电池,电池外形为柱状电池,电池直径18.0mm,电池高度65.0mm。18650锂离子电池的组成部分包括:

①正极:正极活性物质为锰镍钴锰酸锂材料,电动车一般采用镍钴锰酸锂材料的电池,集流体厚度为20 μ m的电解铝箔。

[0071] ②负极:负极活性物质为石墨,或近似石墨结构的碳,导电集流体使用厚度10 μ m的电解铜箔。

[0072] ③电解液:有机电解液具体为:将六氟磷酸锂溶于1L的质量比为1:1的碳酸乙烯酯(EC)和碳酸二甲酯(DMC)混合液中,得到1mol/L的溶液。

[0073] ④隔膜:隔膜为聚丙烯(PP)多孔隔膜,厚度18 μm 。

[0074] (2)测试条件:

①选择上述充满电的电池锂电池,在25 $^{\circ}\text{C}$ 常温利用电化学工作中进行充放电,充电终止电压为4.2V,放电终止电压为3.0V,首先以1C即1A充电至4.2V,再以4.2V恒压充电直至电流达到20mA,然后以1A恒流放电至3.0V,如此循环充放电10次,计算10次电池容量平均值,此数值为初始容量。

[0075] ②将充满电的电池在室温下稳定后放入一个自然或循环空气对流的恒温恒湿箱中,试验箱以5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}\pm 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至80 $^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。保持此温度一定时间(1、2、4、6h)后降至室温。在25 $^{\circ}\text{C}$ 常温利用电化学工作中进行充放电,充电终止电压为4.2V,放电终止电压为3.0V,首先以1C即1A充电至4.2V,再以4.2V恒压充电直至电流达到20mA,然后以1A恒流放电至3.0V,如此循环充放电10次,计算10次电池容量平均值,此数值为耐热试验后容量。

[0076] ③初始容量与耐热试验后的容量的差值与初始容量之比为容量损失(%)。

[0077] 试验结果:详见表1。

表1 耐热试验后容量损失

时间/h	容量损失/%						
	对照组	试验组					
	未添加复合添加剂的电池	添加实施例1复合添加剂的电池	添加实施例2复合添加剂的电池	添加实施例3复合添加剂的电池	添加实施例4复合添加剂的电池	添加实施例5复合添加剂的电池	添加实施例6复合添加剂的电池
1	15.1	4.5	4.1	3.9	4.0	3.9	4.2
2	18.9	4.7	4.6	4.2	4.5	4.4	4.4
4	22.3	5.8	5.6	5.3	5.4	5.3	5.5
6	26.8	7.9	7.8	7.5	7.7	7.5	7.8

[0078] 参考表1,添加本发明复合添加剂后,电池经耐热试验后容量损失明显降低,说明添加复合添加剂能很好地提高电池耐热性能。同时,经过实验验证,添加复合添加剂后,电池的电导率提升5.6%以上,导电率增加3.1%以上,复合添加剂的加入提高了电池比容量。

[0079] 同时,图1是石墨烯陶瓷复合添加剂透射电镜图,由图1可知,石墨烯层数1-2层,面积大,陶瓷颗粒分布均匀,不团聚,图2是石墨烯、陶瓷颗粒与正极材料混合物高倍透射显微镜照片,由图2可知,各种材料混合均匀,颗粒粒径均一适中。图3是石墨烯、陶瓷颗粒与正极材料混合物扫描显微镜照片,图3为使用TESCAN MIRA3场发射扫描电子显微镜对样品进行表征,检测器为二测电子检测器,加速电压20KV,放大倍率5万条件下构造出纳米三维网络结构,从而提高电导率和比表面积,这有利于电解液的渗透,提高了Li⁺的迁移率,降低了界面阻抗,提高电池性能。

[0080] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点,对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将

实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。

[0081] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

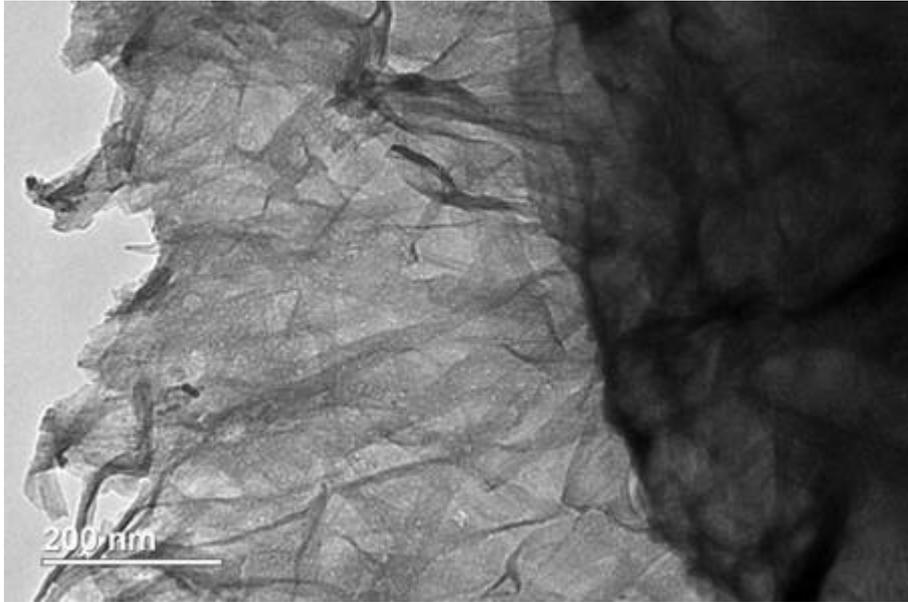


图1

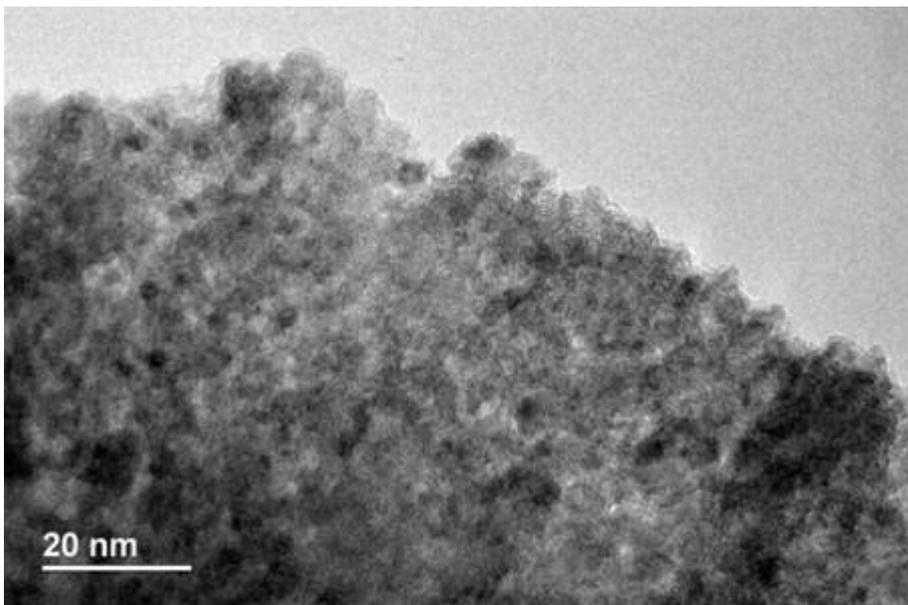


图2

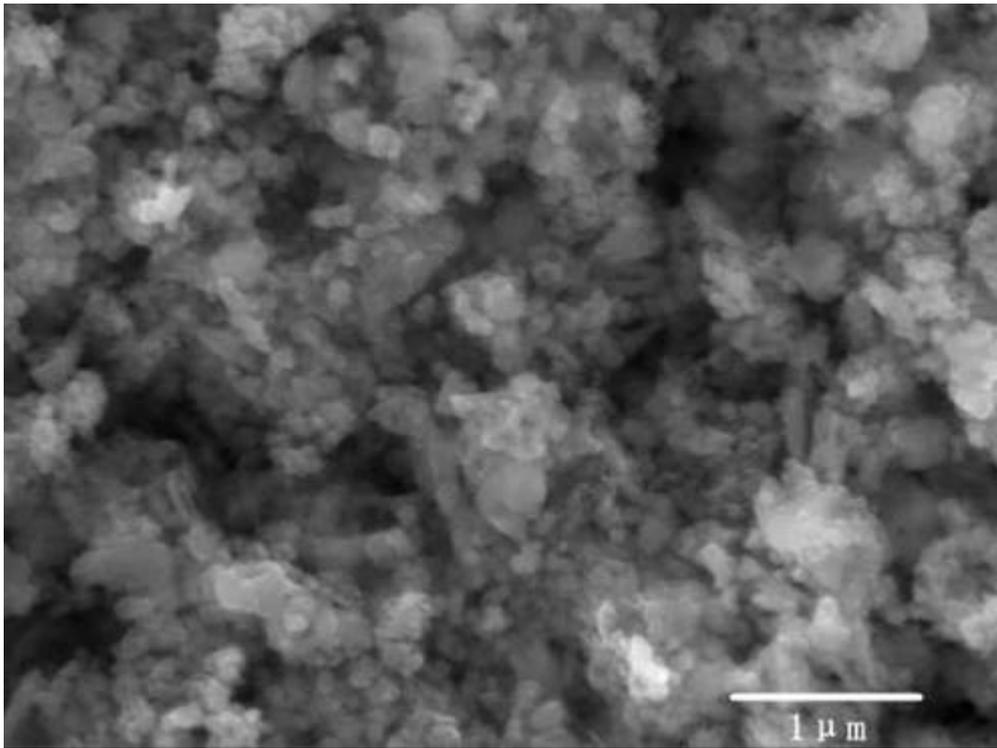


图3