



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106058241 B

(45)授权公告日 2018.06.19

(21)申请号 201610594326.0

(22)申请日 2016.07.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106058241 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(73)专利权人 天津巴莫科技股份有限公司

地址 300384 天津市滨海新区华苑产业园区(环外)海泰大道8号

(72)发明人 唐森 徐宁 陈勃涛

(74)专利代理机构 天津才智专利商标代理有限公司

公司 12108

代理人 王晓红

(51)Int.Cl.

H01M 4/505(2010.01)

H01M 4/525(2010.01)

H01M 4/131(2010.01)

H01M 4/1391(2010.01)

H01M 10/0525(2010.01)

(56)对比文件

CN 103779554 A,2014.05.07,

CN 104009204 A,2014.08.27,

CN 104393285 A,2015.03.04,

JP 2013234094 A,2013.11.21,

KR 20130110350 A,2013.10.10,

US 2009155694 A1,2009.06.18,

CN 1565722 A,2005.01.19,

Longwei Liang et al.Electrochemical behaviours of SiO<sub>2</sub>-coated

LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.102</sub> cathode materials by a novel modification method.《Journal of Alloys and Compounds》.2015,第657卷第570-581页.

Noriya Izu et al.Resistive oxygen gas sensors based on Ce<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>2</sub> nanopowder prepared using new precipitation method.《Sensors and Actuators B》.2005,第108卷第238-243页.

Yuwei Zhang et al.Synthesis of Monodisperse CexZr1-xO2 Nanocrystals and theSize-Dependent Enhancement of Their Properties.《Nano Research》.2011,第4卷(第5期),第494-504页.

审查员 栗志同

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

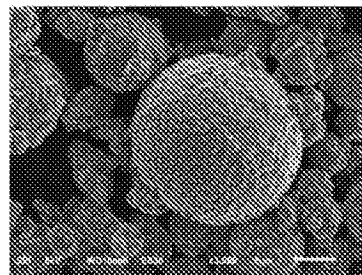
Ce<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>2</sub>纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种Ce<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>2</sub>纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料及其制备方法,属于锂离子电池材料制造工艺技术领域,在LiNi<sub>x</sub>Co<sub>y</sub>M<sub>(1-x-y)</sub>O<sub>2</sub>材料制备过程中,通过均相沉淀法包覆一层纳米级金属氧化物,该氧化物为:

Ce<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>2</sub>纳米固溶体,包覆后,将上述包覆物烘干后,以1℃-5℃/min升温速度升温至200℃-1000℃的,恒温2h-20h然后自然降温,得到Ce<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>2</sub>纳米固溶体均质修饰的LiNi<sub>x</sub>Co<sub>y</sub>M<sub>(1-x-y)</sub>O<sub>2</sub>材料.制备的LiNi<sub>x</sub>Co<sub>y</sub>M<sub>(1-x-y)</sub>O<sub>2</sub>材料具有更优异的高温循环性能和电化学界面稳定性能,本发明

的修饰方法比传统固相法更加均匀可靠。



CN 106058241 B

1. 一种 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

(1) 按照一定的摩尔比称取可溶性铈盐与锆盐,并用去离子水溶解,配制成混合溶液,使溶液中金属离子浓度总和为 $0.2M-0.5M$ ,且两种金属元素的摩尔比为 $Ce:Zr = (5-9):(1-5)$ ;

(2) 将 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 正极材料分散到去离子水中形成悬浊液中,使固液质量比为 $1:(1-3)$ ,保持溶液温度 $20-60^\circ C$ ,加入表面活性剂;以 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 材料计,表面活性剂加入质量为 $0.1\%-0.5\%$ ,并超声震荡 $10-60min$ 后,于室温下搅拌 $1h-4h$ ;

(3) 按照可溶性铈源与锆源中金属离子总质量,与正极材料 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 总质量比例为 $(0.01-0.1):1$ 比例称取步骤(1)的混合溶液逐步滴加到步骤(2)的悬浊液中;

(4) 将沉淀剂滴加入步骤(3)所得的悬浊液中,以 $200r/min-1200r/min$ 速度进行搅拌,搅拌 $1-3h$ ,使金属离子沉淀,当 $pH=8-9$ 时,停止滴加沉淀剂,将浆料进行抽滤,用去离子水洗涤, $100^\circ C-200^\circ C$ 烘干 $2-20h$ 滤饼,得到固体粉末;

(5) 将步骤(4)中固体粉末,以 $1^\circ C-5^\circ C/min$ 升温速度升温至 $200^\circ C-1000^\circ C$ ,在空气或者氧气气氛下保温 $2h-20h$ 后自然降温,研磨过筛,制得 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米复合固溶体均质修饰 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 正极材料。

2. 根据权利要求1中所述的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料的制备方法,其特征在于,所述的正极材料为 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ , $M$ 为 $Mn, Ti, Mg, Al$ 中的任意一种,其中, $0.7 \leq x \leq 0.9, 0.08 \leq y \leq 0.25$ 。

3. 根据权利要求1中所述的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料的制备方法,其特征在于,所述可溶性铈盐与锆盐为 $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 和 $Zr(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ 。

4. 根据权利要求1中所述的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料的制备方法,其特征在于,所述表面活性剂为聚乙二醇 $100-10000$ 、乙二醇、异丙醇、聚乙烯吡咯烷酮和聚乙烯醇中的一种。

5. 根据权利要求1中所述的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料的制备方法,其特征在于,所述沉淀剂为氨水、碳酸氢铵和碳酸铵中的一种,沉淀剂的浓度为 $0.1M-0.2M$ 。

6. 如权利要求1-5任一项所述的制备方法制得的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料。

## Ce<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>2</sub>纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种锂离子电池正极材料的制备方法,尤其是一种Ce<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>2</sub>纳米固溶体均质修饰的锂离子电池正极材料及其制备方法,属于锂离子电池材料制造工艺技术领域。

### 背景技术

[0002] 锂离子电池自商业化以来,在便携电子设备等许多领域得到了广泛应用,并开始扩展到电动汽车及储能等领域,锂离子电池中正极材料的比容量远远低于负极材料,电池的容量最终是由正极材料来决定的。目前现有市场化的正极材料LiCoO<sub>2</sub>、LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>等比容量低,成本高,难以满足电动汽车对锂离子电池高能量密度及高安全性要求。

[0003] 富镍三元材料LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub>、LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.15</sub>Al<sub>0.05</sub>O<sub>2</sub>等,因为放电比容高、成本相对低廉等优势成为动力电池研究热点,但该材料还存在许多问题需要解决。1) 合成条件苛刻,Ni<sup>2+</sup>很难氧化成Ni<sup>3+</sup>,形成非化学计量比的化合物; 2) 在充电后期处于Ni<sup>4+</sup>氧化性强,会分解电解液,腐蚀集流体,释放出大量的气体和热量,导致电池热稳定性差。3) 由于部分锂位被占据,在脱锂过程中Ni<sup>2+</sup>被氧化成半径更小的Ni<sup>3+</sup>,导致材料层级结构塌陷,造成循环性能的降低。

[0004] 为了解决LiNi<sub>x</sub>Co<sub>y</sub>M<sub>(1-x-y)</sub>O<sub>2</sub>循环性能差的问题,文献报道主要采用两种方法:掺杂只能抑制锂镍混排,但材料的界面稳定性能,材料的倍率性能并没有明显提高,为了提高LiNiO<sub>2</sub>的整体性能,需要采用多种元素联合掺杂。文献中对Ti+Mg,Co+Y,Co+Al,Co+Ti+Mg,Co+F,Co +Mn等多组分掺杂已有报道,实验结果表明,适当的多组分元素掺杂能够提高LiNiO<sub>2</sub>电极材料的容量和热稳定性。

[0005] 表面修饰是改善锂离子蓄电池正极材料循环性能和高温性能的有效途径。Li<sub>2</sub>O和B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>可以在相当宽的配比范围内形成玻璃体,该玻璃体十分稳定,在4V开路电压下有很好的抗氧化能力,并具有良好的锂离子导电性。赵方辉等用共沉淀法在前驱体Ni<sub>0.8</sub>Co<sub>0.2</sub>(OH)<sub>2</sub>表面包覆一层Mg(OH)<sub>2</sub>,经表面修饰处理后,LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>正极材料的初始放电比容量略有降低,但循环稳定性显著改善。应皆荣等以正硅酸乙酯为原料,采用溶胶凝胶法在LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>表面包覆上一层稳定的SiO<sub>2</sub>层。LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>正极材料在高温下60℃的实际比容量显著提高,充放电循环稳定性显著改善,制成的电池自放电速率显著减小。SM Lee等发现:ZrO<sub>2</sub>包覆的LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>的循环性能很好,主要是由于ZrO<sub>2</sub>减少了表面电荷转移电阻。SK Hu等发现,ZrO<sub>2</sub>包覆的正极材料球形LiNi<sub>1/3</sub>Co<sub>1/3</sub>Mn<sub>1/3</sub>O<sub>2</sub>的电化学性能得到改善,可能是由于ZrO<sub>2</sub>阻止了HF与活性物质的反应,减少了电解液的分解。

[0006] 纳米材料具有小尺寸效应,大比表面积、光电效应等特性,用纳米材料进行掺杂改性制备电极材料是一项非常有市场前景的技术,该技术能够显著提高电极材料的稳定性能、导电性能及其它电化学性能,最终能提高材料在高电压下的副反应,提高材料的热稳定性和循环性能。将纳米技术应用到锂离子电池材料制备中是解决电池材料存在的各种问

题。

### 发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种二次电池放电性能、循环性能和结构稳定性的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料及其制备方法。

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米复合固溶体均质修饰锂离子电池正极材料的制备方法,该方法包括以下步骤:

[0009] (1) 按照一定的摩尔比称取可溶性铈盐与锆盐,并用去离子水溶解,配制成混合溶液,使溶液中金属离子浓度总和为0.2M-0.5M,且两种金属元素的摩尔比为 $Ce:Zr=(5-9):(1-5)$ ;

[0010] (2) 将 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 正极材料分散到去离子水中形成悬浊液中,使固液质量比为1:(1-3),保持溶液温度20-60°C,加入表面活性剂;以 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 材料计,表面活性剂加入质量为0.1%-0.5%,并超声震荡10-60min后,于室温下搅拌1h-4h;

[0011] (3) 按照可溶性铈源与锆源中金属离子总质量,与正极材料 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 总质量比例为(0.01-0.1):1比例称取步骤(1)的混合溶液逐步滴加到步骤(2)的悬浊液中;

[0012] (4) 将沉淀剂滴加入步骤(3)所得的悬浊液中,以200r/min-1200r/min速度进行搅拌,搅拌1-3h,使金属离子沉淀,当pH=8-9时,停止滴加沉淀剂,将浆料进行抽滤,用去离子水洗涤,100°C-200°C烘干2-20h滤饼,得到固体粉末;

[0013] (5) 将步骤(4)中固体粉末,以1°C-5°C/min升温速度升温至200°C-1000°C,在空气或者氧气气氛下保温2h-20h后自然降温,研磨过筛,制得 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米复合固溶体均质修饰 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 正极材料。

[0014] 所述的正极材料为 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ ,M为Mn,Ti,Mg,Al中的任意一种,其中, $0.7 \leq x \leq 0.9, 0.08 \leq y \leq 0.25$ 。

[0015] 所述可溶性铈盐与锆盐为 $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 和 $Zr(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ 。

[0016] 所述表面活性剂为聚乙二醇100-10000、乙二醇、异丙醇、聚乙烯吡咯烷酮和聚乙烯醇中的一种。

[0017] 所述沉淀剂为氨水、碳酸氢铵和碳酸铵中的一种,沉淀剂的浓度为0.1M-0.2M。

[0018] 上述的制备方法制得的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米复合固溶体均质修饰锂离子电池正极材料。

[0019] 本发明的有益效果是:本发明所获得的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米固溶体均质修饰的锂离子电池正极材料,具有初始容量高,倍率性能好,循环寿命长的优点,该发明所制备的 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 比未修饰的材料比容量提高了5-10mAh/g,循环性能50周提高了10%。

### 附图说明

[0020] 图1为本发明实施示例1制备的 $Ce_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料 $LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O_2$ SEM示意图;

[0021] 图2为实施示例3制备的 $Ce_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料 $LiNi_{0.9}Co_{0.08}Mg_{0.02}O_2$ 扣式电池首次充放电曲线图(0.2C,2.5V-4.25V);

[0022] 图3为实施示例1制备的 $Ce_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ 纳米固溶体均质修饰锂离子电池正极材料 $LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O_2$ 扣式电池45°C循环(1C,3.0V-4.3V)循环图。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明：

[0024] 本发明的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米复合固溶体均质修饰锂离子电池正极材料的制备方法，该方法包括以下步骤：

[0025] (1) 按照一定的摩尔比称取可溶性铈盐与锆盐，并用去离子水溶解，配制成混合溶液，使溶液中金属离子浓度总和为0.2M-0.5M，且两种金属元素的摩尔比为 $Ce:Zr = (5-9):(1-5)$ ；

[0026] (2) 将 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 正极材料分散到去离子水中形成悬浊液中，使固液质量比为1:(1-3)，保持溶液温度20-60℃，加入表面活性剂；以 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 材料计，表面活性剂加入质量为0.1%-0.5%，并超声震荡10-60min后，于室温下搅拌1h-4h；

[0027] (3) 按照可溶性铈源与锆源中金属离子总质量，与正极材料 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 总质量比例为(0.01-0.1):1比例称取步骤(1)的混合溶液逐步滴加到步骤(2)的悬浊液中；

[0028] (4) 将沉淀剂滴加入步骤(3)所得的悬浊液中，以200r/min-1200r/min速度进行搅拌，搅拌1-3h，使金属离子沉淀，当pH=8-9时，停止滴加沉淀剂，将浆料进行抽滤，用去离子水洗涤，100℃-200℃烘干2-20h滤饼，得到固体粉末；

[0029] (5) 将步骤(4)中固体粉末，以1℃-5℃/min升温速度升温至200℃-1000℃，在空气或者氧气气氛下保温2h-20h后自然降温，研磨过筛，制得 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米复合固溶体均质修饰 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ 正极材料。

[0030] 所述的正极材料为 $LiNi_xCo_yM_{(1-x-y)}O_2$ ，M为Mn，Ti，Mg，Al中的任意一种，其中， $0.7 \leq x \leq 0.9$ ， $0.08 \leq y \leq 0.25$ 。

[0031] 所述可溶性铈盐与锆盐为 $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 和 $Zr(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ 。

[0032] 所述表面活性剂为聚乙二醇100-10000、乙二醇、异丙醇、聚乙烯吡咯烷酮和聚乙烯醇中的一种。

[0033] 所述沉淀剂为氨水、碳酸氢铵和碳酸铵中的一种，沉淀剂的浓度为0.1M-0.2M。

[0034] 上述的制备方法制得的 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 纳米复合固溶体均质修饰锂离子电池正极材料。

[0035] 本发明的特点及优点：

[0036] (1) 纳米氧化共熔体材料，如：复合纳米二氧化铈与纳米二氧化锆材料均质修饰电极材料中，可以起到抑制在高脱锂状态下，晶格与结构的相变，起到稳定晶体结构的作用；

[0037] (2) 纳米固溶体氧化物，具有相对稳定的物理化学性能，具有小尺寸，大比表面积，均匀的颗粒分散性特点，可以降低在充放电循环过程中电解液对电极材料的腐蚀，抑制了极化现象；

[0038] (3) 纳米固溶体氧化物：具有稳定的物理化学性能，具有小尺寸，大比表面积，均匀的颗粒分散性特点，在后处理煅烧过程中，更容易发生离子取代、晶格取代反应，可以有效的降低二次焙烧温度，降低不可逆容量损失。

[0039] 本发明所利用的正极材料均为外购成熟的产品。

[0040] 实施例1

[0041] 1) 按照元素的摩尔比 $Ce:Zr = 1:1$ 比例配制硝酸铈、硝酸锆混合溶液并用去离子水溶解，配制成混合溶液200ml，使溶液Zr、Ce中金属离子浓度总和为0.5M，配制浓度为0.1M

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>。

[0042] 2) 将1000g LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub> (B&M现有产品BMT910)投入去离子水中投入1000ml去离子水中,采用电动搅拌器进行搅拌,保持溶液温度为20℃,同时加入1g PEG4000,并超声10min后,搅拌1h,在搅拌过程中,将200ml 硝酸铈、硝酸锆混合溶液滴加入LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub>材料中,滴加后继续搅拌 0.5h。

[0043] 3) 将0.1M (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液滴加入悬浊液中,当pH=8-9时停止滴加(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液,继续搅拌1h。

[0044] 4) 将浆料过滤在120℃下烘干4h,烘干后得到的粉末放入箱式炉中以 3℃/min升温速度升温至500℃的,在氧气气氛下保温6h后自然降温,研磨过筛,制得Ce<sub>0.5</sub>Zr<sub>0.5</sub>O<sub>2</sub>纳米复合固溶体包覆LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub>正极材料,从图1可以看出制备LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub>为球形,其产品D50=13.867μm。

[0045] 该材料装配成2032扣式电池,在3.0-4.25V电压窗口下,以0.2C倍率电流进行充放电测试,容量达到192mAh/g,从图3可以看出包覆Ce<sub>0.5</sub>Zr<sub>0.5</sub>O<sub>2</sub>后的LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub>在45℃高温循环35周后材料的容量保持率为86%,比为未包覆的材料循环性能提高了6%,其Ce<sub>0.5</sub>Zr<sub>0.5</sub>O<sub>2</sub>包覆明显的改善了 LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub>循环性能。

[0046] 实施例2

[0047] 1) 按照元素的摩尔比Ce:Zr=0.7:0.3比例配制硝酸铈、硝酸锆混合溶液并用去离子水溶解,配制成混合溶液500ml,使溶液Zr、Ce中金属离子浓度总和为0.2M,配制浓度为0.5M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>。

[0048] 2) 将2000g LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.15</sub>Al<sub>0.05</sub>O<sub>2</sub> (B&M现有产品BMT920)投入去离子水中投入2000ml去离子水中,采用电动搅拌器进行搅拌,保持溶液温度为40℃,同时加入2g PEG4000,并超声20min后,搅拌2h,在搅拌过程中,将500ml 硝酸铈、硝酸锆混合溶液滴加入LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.15</sub>Al<sub>0.05</sub>O<sub>2</sub>材料中,滴加后继续搅拌 1h。

[0049] 3) 将0.5M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>溶液低加到悬浊液中,当pH=8~9时停止滴加NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>溶液,继续搅拌2h。

[0050] 4) 将浆料过滤在150℃下烘干2h,烘干后得到的粉末放入箱式炉中以 5℃/min升温速度升温至800℃的,在氧气气氛下保温15h然后自然降温,研磨过筛,制得Ce<sub>0.7</sub>Zr<sub>0.3</sub>O<sub>2</sub>纳米复合固溶体包覆LiNi<sub>0.8</sub>Co<sub>0.15</sub>Al<sub>0.05</sub>O<sub>2</sub>三元材料。

[0051] 该材料装配成2032扣式电池,在3.0-4.25V电压窗口下,以0.2C倍率电流进行充放电测试,容量达到193mAh/g。

[0052] 实施例3

[0053] 1) 按照元素的摩尔比Ce:Zr=0.8:0.2比例配制硝酸铈、硝酸锆混合溶液并用去离子水溶解,配制成混合溶液300ml,使溶液Zr、Ce中金属离子浓度总和为0.1M,配制浓度为0.2M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>。

[0054] 2) 将3000g LiNi<sub>0.9</sub>Co<sub>0.08</sub>Mg<sub>0.02</sub>O<sub>2</sub> (B&M现有产品)投入去离子水中投入3000ml 去离子水中,采用电动搅拌器进行搅拌,保持溶液温度为50℃,同时加入 3g PEG800,并超声10min后,搅拌1h,在搅拌过程中,将300ml 硝酸铈、硝酸锆混合溶液滴加入LiNi<sub>0.9</sub>Co<sub>0.08</sub>Mg<sub>0.02</sub>O<sub>2</sub>材料中,滴加后继续搅拌1h。

[0055] 4) 将0.2M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>溶液滴加到悬浊液中,当pH=8~9时停止滴加NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>溶液,继

续搅拌2h。

[0056] 5) 将浆料过滤在200℃下烘干2h,烘干后得到的粉末放入箱式炉中以 3.5℃/min 升温速度升温至300℃的,在氧气气氛下保温8h后自然降温,研磨过筛,制得 $\text{Ce}_{0.8}\text{Zr}_{0.2}\text{O}_2$ 纳米复合固溶体包覆 $\text{LiNi}_{0.9}\text{Co}_{0.08}\text{Mg}_{0.02}\text{O}_2$ 三元材料。

[0057] 该材料装配成2032扣式电池,从图2可以看出材料在3.0-4.25V电压窗口下,以0.2C倍率电流进行充放电测试,容量达到205mAh/g,效率88.4%,其材料的放电效率和初始放电容量比未进行包覆的有明显提高,放电效率由85.6提高到88.5%,放电容量由202.8提高到205mAh/g。

[0058] 综上所述,本发明的内容并不局限在上述的实施例中,相同领域内的有识之士可以在本发明的技术指导思想之内可以轻易提出其他的实施例,但这种实施例都包括在本发明的范围之内。

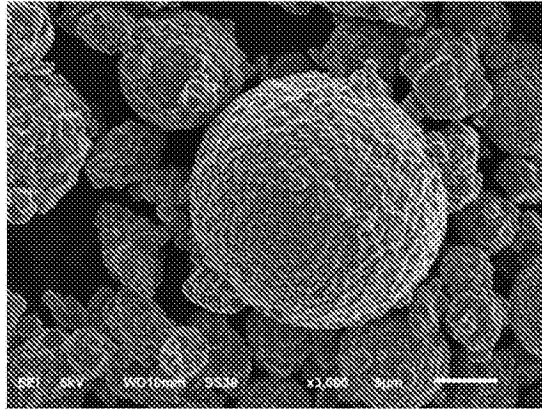


图1

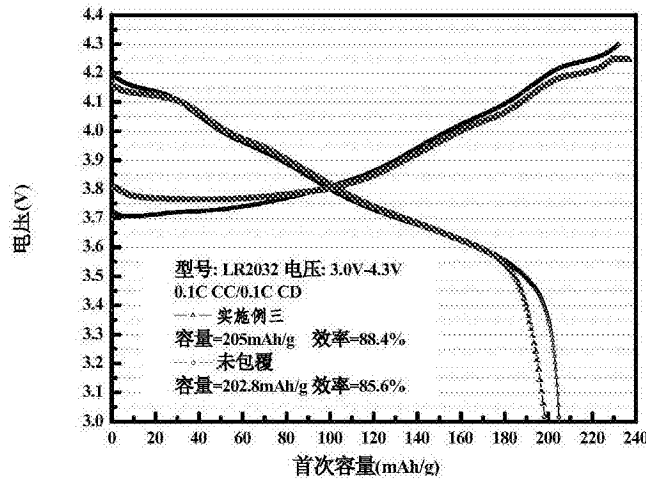


图2

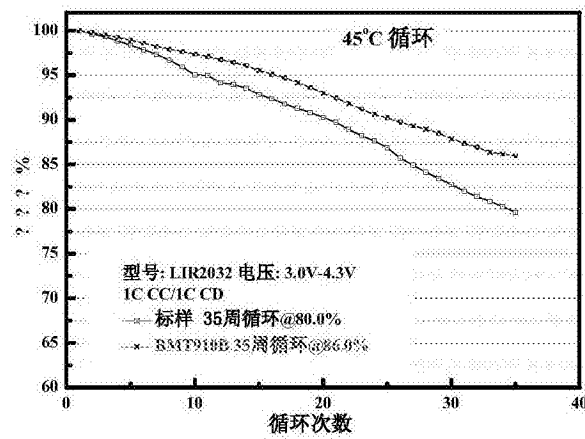


图3