



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115172737 A

(43) 申请公布日 2022.10.11

(21) 申请号 202211005976.9

(22) 申请日 2022.08.22

(71) 申请人 无锡钠科能源科技有限公司

地址 214111 江苏省无锡市滨湖区科教园
一期惠泽路与锦溪路交叉口西南侧A
楼602

(72) 发明人 徐世国 李晨威 刘俊杰 韩鹏
赵钰仁

(51) Int. Cl.

H01M 4/505 (2010.01)

H01M 4/525 (2010.01)

H01M 10/054 (2010.01)

H01M 4/13 (2010.01)

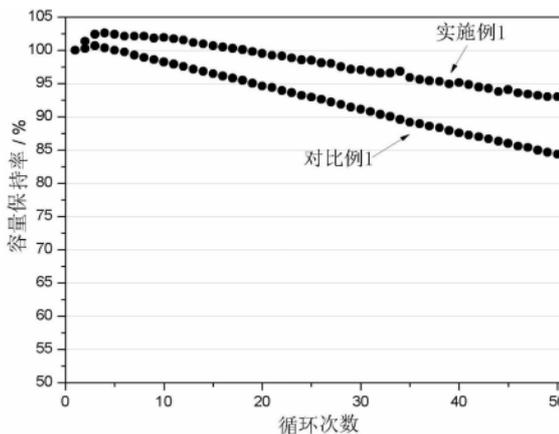
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种高性能钠离子电池正极材料及其制备方法和电池

(57) 摘要

本发明提供一种高性能钠离子电池正极材料及其制备方法和电池。高性能钠离子电池正极材料具体包括：至少一种式为 $\text{Na}_p\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{M}_{1-x-y}\text{O}_{2-z}\text{F}_z$ 的化合物和至少一种磷酸盐，其中M是掺杂元素，M的化合价为m，且 $2 \leq m \leq +6$ ； $0.5 < p < 1.01$ ， $0.1 < x < 0.9$ ， $0.1 < y < 0.9$ ， $0 \leq z \leq 0.1$ ；p、x、y、z的取值满足化学式的电荷平衡高性能钠离子电池正极材料。本发明的高性能钠离子电池正极材料不容易受空气中水分影响。本发明的高性能钠离子电池正极材料制备方法简单，便于规模化生产。应用本发明的高性能钠离子电池正极材料的钠离子二次电池，循环性能优异。



1. 一种高性能钠离子电池正极材料,其特征在于,包括至少一种式为 $\text{Na}_p\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{M}_{1-x-y}\text{O}_{2-z}\text{F}_z$ 的化合物和至少一种磷酸盐,其中M是掺杂元素,用式 $\Sigma W_i B_i$ 表示, i 是大于0的自然数, B_i 是除Ni、Mn之外的一种阳离子, W_i 是元素 B_i 在总掺杂元素组合中的摩尔占比,使得 $\Sigma W_i = 1$;M的化合价为 m ,且 $+2 \leq m \leq +6$; $0.5 < p < 1.01$, $0.1 < x < 0.9$, $0.1 < y < 0.9$, $0 \leq z \leq 0.1$; p 、 x 、 y 、 z 的取值满足化学式的电荷平衡。

2. 如权利要求1所述的高性能钠离子电池正极材料,其特征在于,所述掺杂元素M为Li、Co、Ti、Mg、Fe、Cu、Ca、Sr、Sn、Zn、Y、Nb、Sb、W、Bi、Al、Cr、Zr、Mo、Te、Cd、Pd、Pb、Po、Ge、Si、La、Ba、B、Ce、Nd、Sm、Sc、Ru、Rh中的一种或两种以上元素的组合。

3. 如权利要求1所述的高性能钠离子电池正极材料,其特征在于,所述的磷酸盐选自磷酸镁、磷酸钙、磷酸铝、磷酸铁、磷酸锂、磷酸钛锂、磷酸锌、磷酸锆锂、磷酸钛铝锂中的一种或两种以上。

4. 如权利要求1所述的高性能钠离子电池正极材料,其特征在于,磷的质量占比为0.02%~0.5%。

5. 一种如权利要求1所述的高性能钠离子电池正极材料的制备方法,其特征在于,所述方法包括:

(1) 将所需化学计量的钠源、镍源、锰源、氟源和M源按照比例混合,得到一次混合物料;

(2) 将一次混合物料在 $800^\circ\text{C} \sim 1050^\circ\text{C}$ 热处理10-15小时,降温后粉碎、过筛,得到钠离子电池正极材料一烧品;

(3) 将钠离子电池正极材料一烧品与磷酸盐按照比例混合,得到二次混合物料;

(4) 将二次混合物料在 $800^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ 热处理3-10小时,降温后粉碎、过筛,得到高性能钠离子电池正极材料。

6. 根据权利要求5所述的制备方法,其特征在于,所述的钠源选自氢氧化钠、碳酸钠、碳酸氢钠、氟化钠、氧化钠中的一种或两种以上;所述的镍源选自氢氧化镍、氧化镍、碳酸镍、含镍的氢氧化物、含镍的碳酸盐中的一种或两种以上;所述的锰源选自二氧化锰、氢氧化锰、碳酸锰、含锰的氢氧化物、含锰的碳酸盐中的一种或两种以上;所述的M源选自M的氧化物、M的氢氧化物、M的氟化物、含M的氢氧化物、含M的碳酸盐中的一种或两种以上;所述的氟源选自氟化钠、氟化锂、氟化镁、氟化铝、氟化钙中的一种或两种以上;所述的磷酸盐选自磷酸镁、磷酸钙、磷酸铝、磷酸铁、磷酸锂、磷酸钛锂、磷酸锌、磷酸锆锂、磷酸钛铝锂中的一种或两种以上。

7. 一种钠离子电池正极,其特征在于,所述钠离子电池正极包括:如权利要求1所述的高性能钠离子电池正极材料、粘接剂和导电添加剂。

8. 根据权利要求7所述的钠离子电池正极,其特征在于,所述导电添加剂为碳纳米管、乙炔黑、导电碳黑、导电石墨、碳纤维、石墨烯中的一种或多种;所述导电添加剂占所述钠离子电池正极的比例小于等于10wt%;所述粘接剂为聚烯烃类、含氟树脂、聚丙烯树脂、橡胶中的一种或多种;所述粘接剂占所述钠离子电池正极的比例小于等于10wt%。

9. 一种包含权利要求7-8任一所述钠离子电池正极的钠离子电池。

一种高性能钠离子电池正极材料及其制备方法和电池

技术领域

[0001] 本发明属于电池材料技术领域,具体涉及一种高性能钠离子电池正极材料及其制备方法和电池。

背景技术

[0002] 随着新能源汽车、电子设备与储能领域的飞速发展,对锂离子电池需求量逐年快速增长,加上锂资源的短缺造成了未来很长一段时间都会存在锂的供需失衡,从而制约了对电池有需求行业的健康发展,如新能源汽车、风能储能、太阳能储能等。

[0003] 由于钠离子电池和锂离子电池的电化学行为(迁移机制、离子可逆存储等)及其相似,且钠元素在地球地壳中和海水中的储量及其丰富,且价格低廉,使得钠离子电池有望替代锂离子电池进入市场。目前,层状金属氧化物正极材料由于其优异的电化学性能被认为是最有希望替代锂离子电池并实现产业化的正极材料,但由于钠离子电池正极材料对水非常敏感,且易和电解质发生反应,这些因素使钠离子电池正极材料的性能恶化严重,导致钠离子电池正极材料广泛应用受到限制,因此需要对钠离子电池正极材料进行掺杂改性及表面修饰以解决该问题。

[0004] 现有的技术中对材料表面修饰最有效的方式为表面包覆,通常使用一些氧化物等进行包覆,此方法虽然对材料的循环有一定提升但由于包覆后材料表面形成了一层氧化物与钠离子的复合盐从而使钠离子依旧暴露在最表层,同样使材料无法达到产业化要求的稳定性。

发明内容

[0005] 基于上述问题,本发明提供一种高性能钠离子电池正极材料及其制备方法和电池。有效解决了层状金属氧化物钠离子电池正极材料在空气中易受水分影响而导致电性能恶化的难题。

[0006] 第一方面,本发明提供了一种高性能钠离子电池正极材料,所述的高性能钠离子电池正极材料包括:至少一种式为 $\text{Na}_p\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{M}_{1-x-y}\text{O}_{2-z}\text{F}_z$ 的化合物和至少一种磷酸盐,其中M是掺杂元素,用式 $\sum W_i B_i$ 表示,i是大于0的自然数, B_i 是除Ni、Mn之外的一种阳离子, W_i 是元素 B_i 在总掺杂元素组合中的摩尔占比,使得 $\sum W_i = 1$;M的化合价为m,且 $+2 \leq m \leq +6$; $0.5 < p < 1.01$, $0.1 < x < 0.9$, $0.1 < y < 0.9$, $0 \leq z \leq 0.1$;p、x、y、z的取值满足化学式的电荷平衡。

[0007] 本发明的一种高性能钠离子电池正极材料中,掺杂元素M为Li、Co、Ti、Mg、Fe、Cu、Ca、Sr、Sn、Zn、Y、Nb、Sb、W、Bi、Al、Cr、Zr、Mo、Te、Cd、Pd、Pb、Po、Ge、Si、La、Ba、B、Ce、Nd、Sm、Sc、Ru、Rh中的一种或两种以上元素的组合。

[0008] 本发明的一种高性能钠离子电池正极材料中,磷酸盐选自磷酸镁、磷酸钙、磷酸铝、磷酸铁、磷酸锂、磷酸钛锂、磷酸锌、磷酸钴锂、磷酸钛铝锂中的一种或两种以上。

[0009] 本发明的一种高性能钠离子电池正极材料中,磷的质量占比为0.02%~0.5%。

[0010] 第二方面,本发明提供了一种高性能钠离子电池正极材料制备方法,所述的高性

能钠离子电池正极材料制备方法为固相法,具体如下:

[0011] (1) 将所需化学计量的钠源、镍源、锰源、氟源和M源按照比例混合,得到一次混合物料;

[0012] (2) 将一次混合物料在800℃~1050℃热处理10-15小时,降温后粉碎、过筛,得到钠离子电池正极材料一烧品;

[0013] (3) 将钠离子电池正极材料一烧品与磷酸盐按照比例混合,得到二次混合物料;

[0014] (4) 将二次混合物料在800℃~1000℃热处理3-10小时,降温后粉碎、过筛,得到高性能钠离子电池正极材料。

[0015] 本发明的一种高性能钠离子电池正极材料制备方法中,所述的钠源选自氢氧化钠、碳酸钠、碳酸氢钠、氟化钠、氧化钠中的一种或两种以上;所述的镍源选自氢氧化镍、氧化镍、碳酸镍、含镍的氢氧化物、含镍的碳酸盐中的一种或两种以上;所述的锰源选自二氧化锰、氢氧化锰、碳酸锰、含锰的氢氧化物、含锰的碳酸盐中的一种或两种以上;所述的M源选自M的氧化物、M的氢氧化物、M的氟化物、含M的氢氧化物、含M的碳酸盐中的一种或两种以上;所述的氟源选自氟化钠、氟化锂、氟化镁、氟化铝、氟化钙中的一种或两种以上;所述的磷酸盐选自磷酸镁、磷酸钙、磷酸铝、磷酸铁、磷酸锂、磷酸钛锂、磷酸锌、磷酸锆锂、磷酸钛铝锂中的一种或两种以上。

[0016] 第三方面,本发明提供了一种钠离子电池正极,包括:上述第一方面所述的高性能钠离子电池正极材料、粘接剂和导电添加剂。

[0017] 优选的,所述高性能钠离子电池正极材料、粘接剂、导电添加剂由溶剂调成浆料,涂覆在集流体的表面,干燥后,形成所述钠离子电池正极。

[0018] 进一步优选的,所述导电添加剂为碳纳米管、乙炔黑、导电碳黑、导电石墨、碳纤维、石墨烯中的一种或多种;所述导电添加剂占所述钠离子电池正极的比例小于等于10wt%;所述粘接剂为聚烯烃类、含氟树脂、聚丙烯树脂、橡胶中的一种或多种;所述粘接剂占所述钠离子电池正极的比例小于等于10wt%。

[0019] 第四方面,本发明提供了一种包括上述第三方面所述的钠离子电池正极的钠离子电池。

[0020] 发明效果

[0021] 本发明的高性能钠离子电池正极材料不容易受空气中水分影响,在空气中放置后依然具有良好的充放电循环稳定性。本发明的高性能钠离子电池正极材料制备方法简单,便于规模化生产。应用本发明的高性能钠离子电池正极材料的钠离子二次电池,循环性能优异,在电动自行车、太阳能发电、风力发电、通信基站等应用场景中具有很大的实用价值。

附图说明

[0022] 图1是实施例1和对比例1的钠离子电池正极材料的放电性能对比图。

[0023] 图2是实施例1和对比例1的钠离子电池正极材料的循环性能对比图。

[0024] 图3是实施例2和对比例2的钠离子电池正极材料的循环性能对比图。

[0025] 图4是实施例3和对比例3的钠离子电池正极材料的循环性能对比图。

具体实施方式

[0026] 下面以一些具体的实施例来说明本发明高性能钠离子电池正极材料及其制备方法和性能。

[0027] 实施例1

[0028] 称量84.80g碳酸钠(Na_2CO_3)、211.98g $\text{Ni}_{0.33}\text{Fe}_{0.34}\text{Mn}_{0.33}(\text{OH})_2$,混合均匀,在900℃保温12小时,合成 $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.33}\text{Fe}_{0.34}\text{Mn}_{0.33}\text{O}_2$ 化合物。

[0029] 取100g $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.33}\text{Fe}_{0.34}\text{Mn}_{0.33}\text{O}_2$ 化合物、0.40g磷酸钛铝锂($\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$),混合均匀,而后在950℃保温10小时,得到高性能钠离子电池正极材料。

[0030] 取0.5g高性能钠离子电池正极材料,消解、定容,用电感耦合原子发射光谱仪(ICP-AES)测试,磷(P)的质量占比为0.097%。

[0031] 应用:在空气湿度为50%的环境下,利用得到的高性能钠离子电池正极材料制作成扣式电池测试电性能,其中电极组分重量比例为高性能钠离子电池正极材料:导电剂(乙炔黑):粘结剂(PVDF)=90:5:5;负极采用钠片。该扣式电池的放电曲线如图1所示。该扣式电池的循环性能如图2所示。

[0032] 实施例2

[0033] 称量41.87g碳酸钠(Na_2CO_3)、0.42g氟化钠(NaF)、86.63g $\text{Ni}_{0.263}\text{Fe}_{0.335}\text{Mn}_{0.402}(\text{OH})_2$ 、0.80g氧化铜(CuO)、1.21g氧化镁(MgO),混合均匀,在900℃保温12小时,合成 $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.252}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Cu}_{0.01}\text{Mg}_{0.03}\text{O}_{1.99}\text{F}_{0.01}$ 化合物。

[0034] 取100g $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.252}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Cu}_{0.01}\text{Mg}_{0.03}\text{O}_{1.99}\text{F}_{0.01}$ 化合物、0.39g磷酸铝(AlPO_4)、1.12g磷酸锂(Li_3PO_4),均匀混合,在850℃保温4小时,得到高性能钠离子电池正极材料。

[0035] 取0.5g高性能钠离子电池正极材料,消解、定容,用电感耦合原子发射光谱仪(ICP-AES)测试,磷(P)的质量占比为0.393%。

[0036] 应用:在空气湿度为50%的环境下,利用得到的高性能钠离子电池正极材料制作成扣式电池测试电性能,其中电极组分重量比例为高性能钠离子电池正极材料:导电剂(乙炔黑):粘结剂(PVDF)=90:5:5;负极采用钠片。该扣式电池的循环性能曲线如图3所示。

[0037] 实施例3

[0038] 称量52.99g碳酸钠(Na_2CO_3)、81.06g $\text{Ni}_{0.21}\text{Fe}_{0.36}\text{Mn}_{0.43}(\text{OH})_2$ 、1.60g二氧化钛(TiO_2)、2.44g氧化锌(ZnO)、3.70g氢氧化钙($\text{Ca}(\text{OH})_2$),混合均匀,在980℃保温12小时,合成 $\text{NaNi}_{0.192}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Ti}_{0.02}\text{Zn}_{0.03}\text{Ca}_{0.05}\text{O}_2$ 化合物。

[0039] 取100g $\text{NaNi}_{0.192}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Ti}_{0.02}\text{Zn}_{0.03}\text{Ca}_{0.05}\text{O}_2$ 化合物、1.04g磷酸钛锂($\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$)、1.28g磷酸锆锂($\text{LiZr}_2(\text{PO}_4)_3$),均匀混合,而后在900℃保温8h,得到高性能钠离子电池正极材料。

[0040] 取0.5g高性能钠离子电池正极材料,消解、定容,用电感耦合原子发射光谱仪(ICP-AES)测试,磷(P)的质量占比为0.489%。

[0041] 应用:在空气湿度为50%的环境下,利用得到的高性能钠离子电池正极材料制作成扣式电池测试电性能,其中电极组分重量比例为高性能钠离子电池正极材料:导电剂(乙炔黑):粘结剂(PVDF)=90:5:5;负极采用钠片。该扣式电池的循环性能曲线如图4所示。

[0042] 实施例4

[0043] 称量30.21g碳酸钠(Na_2CO_3)、4.20g氟化钠(NaF)、90.19g $\text{Ni}_{0.33}\text{Mn}_{0.67}(\text{OH})_2$,混合均

匀,在1050℃保温10小时,合成 $\text{Na}_{0.67}\text{Ni}_{0.33}\text{Mn}_{0.67}\text{O}_{1.9}\text{F}_{0.1}$ 化合物。

[0044] 取100g $\text{Na}_{0.67}\text{Ni}_{0.33}\text{Mn}_{0.67}\text{O}_{1.9}\text{F}_{0.1}$ 化合物、0.146g磷酸铁(FePO_4),均匀混合,而后在900℃保温5小时,得到高性能钠离子电池正极材料。

[0045] 取0.5g高性能钠离子电池正极材料,消解、定容,用电感耦合原子发射光谱仪(ICP-AES)测试,磷(P)的质量占比为0.030%。

[0046] 实施例5

[0047] 称量46.63g碳酸钠(Na_2CO_3)、7.99g二氧化钛(TiO_2)、83.07g $\text{Ni}_{0.89}\text{Mn}_{0.11}(\text{OH})_2$,混合均匀,在810℃保温10小时,合成 $\text{Na}_{0.88}\text{Ni}_{0.80}\text{Mn}_{0.10}\text{Ti}_{0.10}\text{O}_2$ 化合物。

[0048] 取100g $\text{Na}_{0.88}\text{Ni}_{0.80}\text{Mn}_{0.10}\text{Ti}_{0.10}\text{O}_2$ 化合物、0.75g磷酸锂(Li_3PO_4)、0.25g磷酸钙($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)、0.21g磷酸镁($\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$),均匀混合,而后在980℃保温6小时,得到高性能钠离子电池正极材料。

[0049] 取0.5g高性能钠离子电池正极材料,消解、定容,用电感耦合原子发射光谱仪(ICP-AES)测试,磷(P)的质量占比为0.296%。

[0050] 实施例6

[0051] 称量35.51g碳酸钠(Na_2CO_3)、2.32g氧化钨(WO_3)、89.37g $\text{Ni}_{0.33}\text{Mn}_{0.67}(\text{OH})_2$,混合均匀,在1000℃保温10小时,合成 $\text{Na}_{0.67}\text{Ni}_{0.327}\text{Mn}_{0.663}\text{W}_{0.01}\text{O}_2$ 化合物。

[0052] 取100g $\text{Na}_{0.67}\text{Ni}_{0.327}\text{Mn}_{0.663}\text{W}_{0.01}\text{O}_2$ 化合物、0.37g磷酸锂(Li_3PO_4)、0.49g磷酸铁(FePO_4),均匀混合,而后在800℃保温5小时,得到高性能钠离子电池正极材料。

[0053] 取0.5g高性能钠离子电池正极材料,消解、定容,用电感耦合原子发射光谱仪(ICP-AES)测试,磷(P)的质量占比为0.196%。

[0054] 对比例1

[0055] 称量42.40g碳酸钠(Na_2CO_3)、105.99g $\text{Ni}_{0.33}\text{Fe}_{0.34}\text{Mn}_{0.33}(\text{OH})_2$,混合均匀,在900℃保温12小时,合成 $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.33}\text{Fe}_{0.34}\text{Mn}_{0.33}\text{O}_2$ 化合物。

[0056] 应用:在空气湿度为50%的环境下,利用所制备的 $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.33}\text{Fe}_{0.34}\text{Mn}_{0.33}\text{O}_2$ 化合物制作成扣式电池测试电性能,其中电极组分重量比例为 $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.33}\text{Fe}_{0.34}\text{Mn}_{0.33}\text{O}_2$ 化合物:导电剂(乙炔黑):粘结剂(PVDF)=90:5:5;负极采用钠片。该扣式电池的放电曲线如图1所示。该扣式电池的循环性能如图2所示。

[0057] 对比例2

[0058] 称量41.87g碳酸钠(Na_2CO_3)、0.42g氟化钠(NaF)、86.63g $\text{Ni}_{0.263}\text{Fe}_{0.335}\text{Mn}_{0.402}(\text{OH})_2$ 、0.80g氧化铜(CuO)、1.21g氧化镁(MgO),混合均匀,在900℃保温12小时,合成 $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.252}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Cu}_{0.01}\text{Mg}_{0.03}\text{O}_{1.99}\text{F}_{0.01}$ 化合物。

[0059] 取100g $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.252}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Cu}_{0.01}\text{Mg}_{0.03}\text{O}_{1.99}\text{F}_{0.01}$ 化合物、0.3g纳米氧化铝(Al_2O_3)、0.3g纳米氧化钛(TiO_2),混合均匀,在850℃保温8小时,使得纳米氧化铝(Al_2O_3)、纳米氧化钛(TiO_2)与 $\text{Na}_{0.8}\text{Ni}_{0.252}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Cu}_{0.01}\text{Mg}_{0.03}\text{O}_{1.99}\text{F}_{0.01}$ 化合物紧密结合,得到氧化物包覆型钠离子电池正极材料,其中氧化物(Al_2O_3 、 TiO_2)的质量占比为0.60%。

[0060] 应用:在空气湿度为50%的环境下,利用所制备的氧化物包覆型钠离子电池正极材料制作成扣式电池测试电性能,其中电极组分重量比例为氧化物包覆型钠离子电池正极材料:导电剂(乙炔黑):粘结剂(PVDF)=90:5:5;负极采用钠片。该扣式电池的循环性能曲线如图3所示。

[0061] 对比例3

[0062] 称量52.99g碳酸钠(Na_2CO_3)、81.06g $\text{Ni}_{0.21}\text{Fe}_{0.36}\text{Mn}_{0.43}(\text{OH})_2$ 、1.60g二氧化钛(TiO_2)、2.44g氧化锌(ZnO)、3.70g氢氧化钙($\text{Ca}(\text{OH})_2$),混合均匀,在980℃保温12小时,合成 $\text{NaNi}_{0.192}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Ti}_{0.02}\text{Zn}_{0.03}\text{Ca}_{0.05}\text{O}_2$ 化合物。

[0063] 取100g $\text{NaNi}_{0.192}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Ti}_{0.02}\text{Zn}_{0.03}\text{Ca}_{0.05}\text{O}_2$ 化合物、0.5g氧化硼(B_2O_3),均匀混合,而后在300℃保温8h,使氧化硼(B_2O_3)均匀包覆于 $\text{NaNi}_{0.192}\text{Fe}_{0.322}\text{Mn}_{0.386}\text{Ti}_{0.02}\text{Zn}_{0.03}\text{Ca}_{0.05}\text{O}_2$ 化合物表面,得到氧化物包覆型钠离子电池正极材料,其中氧化物(B_2O_3)质量占比为0.50%。

[0064] 应用:在空气湿度为50%的环境下,利用所制备的氧化物包覆型钠离子电池正极材料制作成扣式电池测试电性能,其中电极组分重量比例为氧化物包覆型钠离子电池正极材料:导电剂(乙炔黑):粘结剂(PVDF)=90:5:5;负极采用钠片。该扣式电池的循环性能曲线如图4所示。

[0065] 如图1所示,实施例1制得的扣式电池,在25℃、2.0-4.0V,0.2C放电比容量为132.21mAh/g;对比例1制得的扣式电池在25℃、2.0-4.0V,0.2C放电比容量为125.81mAh/g。本发明制得的钠离子电池正极材料表现出了良好的放电性能。

[0066] 如图2所示,实施例1制得的扣式电池,在25℃、2.0-4.0V,1C循环49圈的容量保持率为92.99%;对比例1制得的扣式电池在25℃、2.0-4.0V,1C循环49圈的容量保持率为84.35%。本发明制得的钠离子电池正极材料表现出了极好的循环稳定性能。

[0067] 如图3所示,实施例2制得的扣式电池,在25℃、2.0-4.0V,1C循环50圈的容量保持率为93.33%;对比例2制得的扣式电池在25℃、2.0-4.0V,1C循环50圈的容量保持率为77.32%。本发明制得的钠离子电池正极材料表现出了极好的循环稳定性能。

[0068] 如图4所示,实施例3制得的扣式电池,在25℃、2.0-4.0V,1C循环50圈的容量保持率为93.75%;对比例3制得的扣式电池在25℃、2.0-4.0V,1C循环50圈的容量保持率为84.40%。本发明制得的钠离子电池正极材料表现出了极好的循环稳定性能。

[0069] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

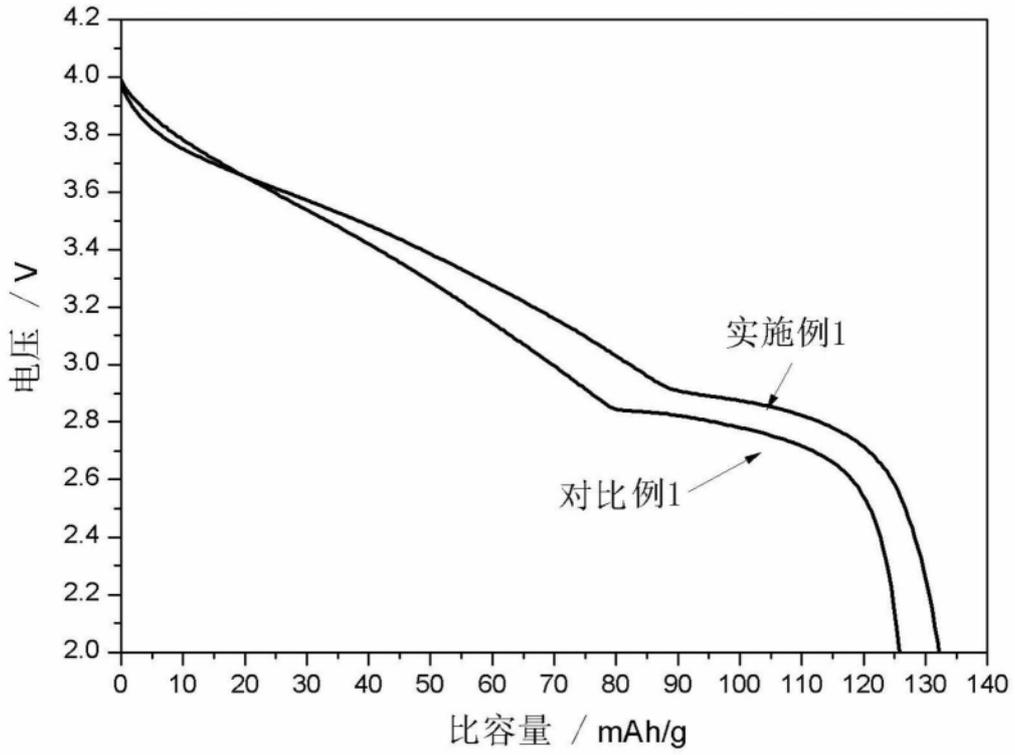


图1

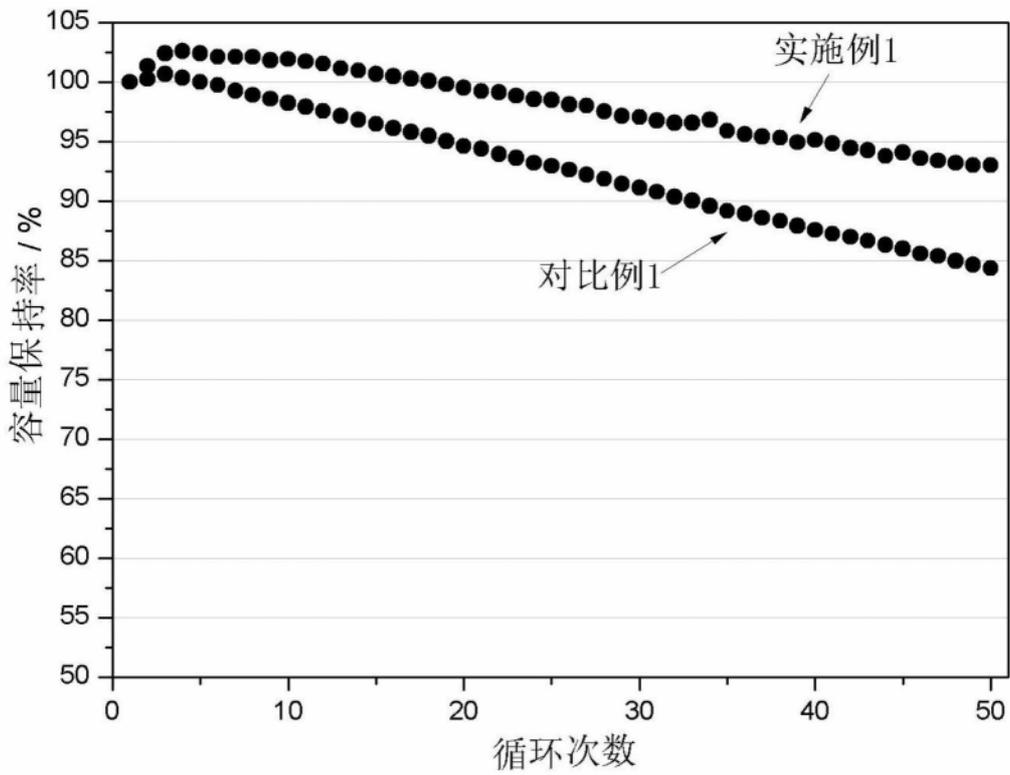


图2

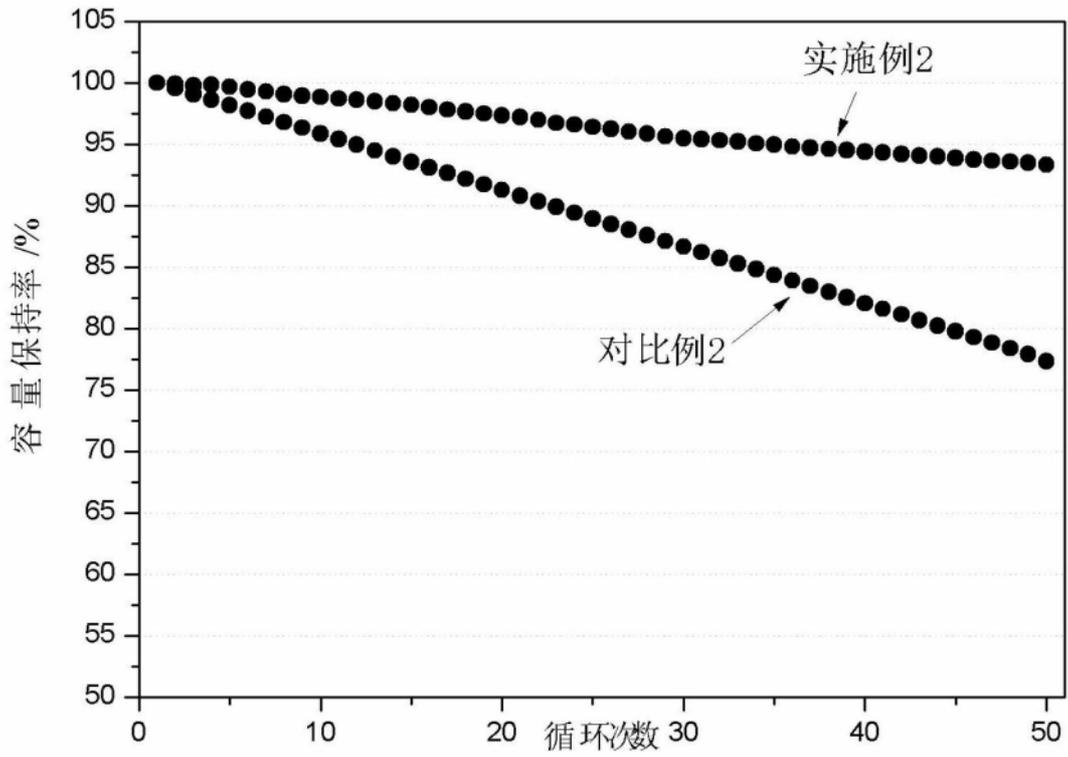


图3

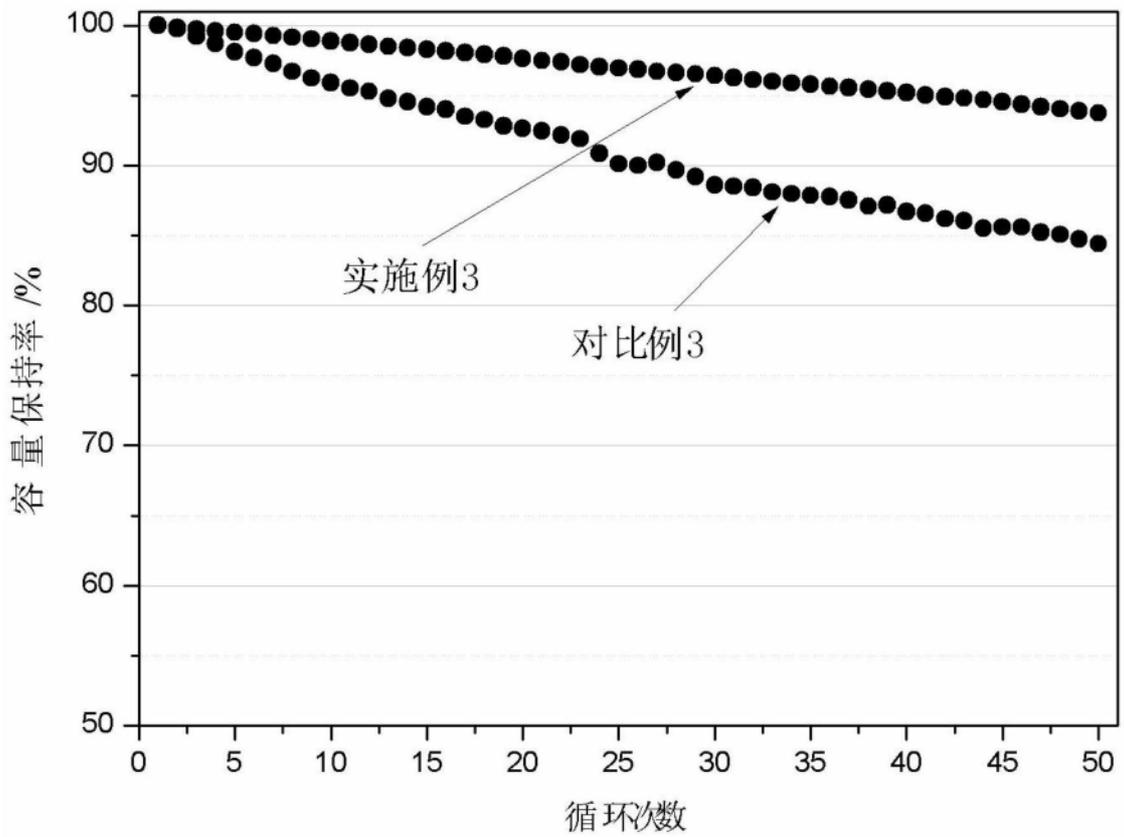


图4