

## 研究论文

### Nb 掺杂LiFePO<sub>4</sub>/C 的一步固相合成及电化学性能

庄大高; 赵新兵; 谢健; 涂健; 朱铁军; 曹高劭

浙江大学硅材料国家重点实验室, 杭州 310027

摘要:

用固相法一步合成了Nb掺杂的LiFePO<sub>4</sub>/C复合材料, 研究了Nb掺杂量对材料电化学性能的影响. 结果表明, Nb掺杂后LiFePO<sub>4</sub>/C复合材料的电化学性能明显提高. 在0.5C、1C和2C充放电倍率下, 名义成分为Li<sub>0.96</sub>Nb<sub>0.008</sub>FePO<sub>4</sub>/C正极材料的比容量分别为161、148和132 mAh·g<sup>-1</sup>, 已达到实用化水平. 阻抗谱和循环伏安特性测试显示, Nb掺杂有效地降低了复合材料电极的阻抗和极化, 说明Nb掺杂的主要作用是提高了LiFePO<sub>4</sub>的电子电导率.

关键词: 锂离子电池 正极材料 Nb掺杂 LiFePO<sub>4</sub>/C 电化学性能

收稿日期 2006-02-21 修回日期 2006-03-24 网络版发布日期 2006-06-27

通讯作者: 赵新兵 Email: zhaoxb@zju.edu.cn

## 本刊中的类似文章

1. 黎阳; 谢华清; 涂江平. 不同形貌和尺寸的锂离子电池SnS负极材料[J]. 物理化学学报, 2009, 25(02): 365-370
2. 唐新村; 何莉萍; 陈宗璋; 夏熙. 恒压-恒流充电容量比值法测定石墨电极中的锂离子扩散系数[J]. 物理化学学报, 2002, 18(08): 705-709
3. 赵铭姝; 翟玉春; 田彦文. 锂离子电池正极材料锰酸锂合成的动力学 [J]. 物理化学学报, 2002, 18(02): 188-192
4. 陈继涛; 周恒辉; 常文保; 慈云祥. 二元共聚物热解碳包覆的石墨负极材料[J]. 物理化学学报, 2002, 18(02): 180-182
5. 唐新村; 黄伯云; 贺跃辉. LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>中锂离子扩散系数与充/放电次数的关系[J]. 物理化学学报, 2005, 21(09): 957-960
6. 王颖; 刘文元; 傅正文. Mn<sub>4</sub>N薄膜与锂的电化学反应性能[J]. 物理化学学报, 2006, 22(01): 65-70
7. 王国光; 王建国; 毛文曲; 刘立清; 张鉴清; 曹楚南. LiNi<sub>y</sub>Co<sub>0.1-y</sub>Mn<sub>1.9</sub>O<sub>4</sub>正极材料的沉淀法制备及其结构与电化学性能[J]. 物理化学学报, 2005, 21(11): 1285-1290
8. 杨箫; 倪江峰; 黄友元; 陈继涛; 周恒辉; 张新祥. 钛掺杂对不同形貌LiCoO<sub>2</sub>电化学性能的影响[J]. 物理化学学报, 2006, 22(02): 183-188
9. 庄全超; 樊小勇; 许金梅; 陈作锋; 董全峰; 姜艳霞; 黄令; 孙世刚. 尖晶石锂锰氧化物电极首次脱锂过程的EIS研究[J]. 物理化学学报, 2006, 22(02): 234-238
10. 唐致远; 范星河; 张娜. 阴离子复合掺杂对尖晶石型正极材料的影响[J]. 物理化学学报, 2005, 21(08): 934-938
11. 黄友元; 周恒辉; 陈继涛; 高德淑; 苏光耀. Ti、Mg离子复合掺杂对LiNi<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.4</sub>O<sub>2</sub>性能的影响[J]. 物理化学学报, 2005, 21(07): 725-729
12. 薛明喆; 傅正文. 脉冲激光沉积LiFePO<sub>4</sub>阴极薄膜材料及其电化学性能[J]. 物理化学学报, 2005, 21(07): 707-710
13. 李建刚; 万春荣; 杨冬平; 杨张平. 放电温度对LiNi<sub>3/8</sub>Co<sub>2/8</sub>Mn<sub>3/8</sub>O<sub>2</sub>电化学性能的影响[J]. 物理化学学报, 2003, 19(11): 1030-1034
14. 薛明喆; 程孙超; 姚佳; 傅正文. 脉冲激光沉积法制备SnSe薄膜电极及其电化学性质[J]. 物理化学学报, 2006, 22(03): 383-387
15. 许梦清; 左晓希; 李伟善; 周豪杰; 刘建生; 袁中直. 丁磺酸内酯对锂离子电池性能及负极界面的影响[J]. 物理化学学报, 2006, 22(03): 335-340
16. 王志兴; 邢志军; 李新海; 郭华军; 彭文杰. 非均匀成核法表面包覆氧化铝的尖晶石LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>研究[J]. 物理化学学报, 2004, 20(08): 790-794
17. 常晓燕; 王志兴; 李新海; 匡琼; 彭文杰; 郭华军; 张云河. 锂离子电池正极材料LiMnPO<sub>4</sub>的合成与性能[J]. 物理化学学报, 2004, 20(10): 1249-1252
18. 王占良; 唐致远. 聚合物电解质界面性质交流阻抗研究[J]. 物理化学学报, 2003, 19(12): 1097-1101

扩展功能

本文信息

PDF(583KB)

服务与反馈

把本文推荐给朋友

加入我的书架

加入引用管理器

引用本文

Email Alert

文章反馈

浏览反馈信息

本文关键词相关文章

▶ 锂离子电池

▶ 正极材料

▶ Nb掺杂

▶ LiFePO<sub>4</sub>/C

▶ 电化学性能

本文作者相关文章

▶ 庄大高

▶ 赵新兵

▶ 谢健

▶ 涂健

▶ 朱铁军

▶ 曹高劭

19. 唐致远;薛建军;李建刚;王占良.锂离子固相扩散控制下的材料放电过程[J].物理化学学报,2001,17(06):526-530
20. 唐致远;薛建军;刘春燕;庄新国.锂离子在石墨负极材料中扩散系数的测定[J].物理化学学报,2001,17(05):385-388
21. 刘恩辉;李新海;侯朝辉;何则强;邓凌峰.利用湿法反应制备的 $\text{LiV}_3\text{O}_8$ 的锂离子扩散特性[J].物理化学学报,2004,20(04):377-381
22. 王剑华;李斌;吴海燕;郭玉忠.介孔氧化锡的制备及其在锂离子电池中的应用[J].物理化学学报,2008,24(04):681-685
23. 张华;周永宁;吴晓京;傅正文.脉冲激光沉积 $\text{CuF}_2$ 薄膜的电化学性能[J].物理化学学报,2008,24(07):1287-1291
24. 李凡群;赖延清;张治安;高宏权;杨娟.石墨负极在 $\text{Et}_4\text{NBF}_4+\text{LiPF}_6/\text{EC}+\text{PC}+\text{DMC}$ 电解液中的电化学行为[J].物理化学学报,2008,24(07):1302-1306
25. 王萌;吴锋;苏岳锋;陈实. $\text{Y}_2\text{O}_3$ 包覆 $\text{LiCo}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 的电化学性能[J].物理化学学报,2008,24(07):1175-1179
26. 庄全超 魏国祯 董全峰 孙世刚.温度对石墨电极性能的影响[J].物理化学学报,2009,25(03):406-410
27. 许杰;姚万浩;姚宜稳;王周成;杨勇.添加剂氟代碳酸乙烯酯对锂离子电池性能的影响[J].物理化学学报,2009,25(02):201-206
28. 张国庆 马莉 吴忠杰 张海燕 倪佩.P(VDF-HFP)-PMMA/ $\text{CaCO}_3(\text{SiO}_2)$ 复合聚合物电解质的电化学性质[J].物理化学学报,2009,25(03):555-560
29. 马若彪 付延鲍 马晓华.二氧化锡填充多壁碳纳米管材料的制备及电化学性能[J].物理化学学报,2009,25(03):441-445
30. 唐致远;张娜;卢星河;黄庆华.锂离子电池阴极材料 $\text{LiMn}_{2-x}\text{Zr}_x\text{O}_4$ 的性能表征[J].物理化学学报,2005,21(01):89-92
31. 樊小勇 庄全超 魏国祯 柯福生 黄令 董全峰 孙世刚.以多孔铜为集流体制备 $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 合金负极及其性能[J].物理化学学报,2009,25(04):611-616
32. 吴锋 王萌 苏岳锋 陈实. $\text{TiO}_2$ 包覆对 $\text{LiCo}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 材料的表面改性[J].物理化学学报,2009,25(04):629-634
33. 胡国荣 曹雁冰 彭忠东 杜柯 蒋庆来.微波合成法制备锂离子电池正极材料 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ [J].物理化学学报,2009,25(05):1004-1008
34. 高宏权 赖延清 张治安 刘业翔.新型锂盐 $\text{LiBC}_2\text{O}_4\text{F}_2$ 在 $\text{EC}+\text{DMC}$ 溶剂中的电化学行为[J].物理化学学报,2009,25(05):905-910
35. 钟美娥,周志晖,周震涛.固相-碳热还原法制备高密度 $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ 复合材料及其电化学性能[J].物理化学学报,2009,25(08):1504-1510
36. 卢华权,吴锋,苏岳锋,李宁,陈实,包丽颖.草酸盐共沉淀法制备锂离子电池正极材料 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ 及其电化学性能[J].物理化学学报,2010,26(01):51-56
37. 杨顺毅;王先友;魏建良;李秀琴;唐安平.Na-Mn-O正极材料的合成及电化学性能[J].物理化学学报,2008,24(09):1669-1674
38. 黄俊杰;江志裕.喷墨打印制备 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 薄膜电极及其电化学性能[J].物理化学学报,2008,24(09):1563-1567
39. 魏英进;李旭;王春忠;詹世英;陈岗.铜掺杂五氧化二钒的制备及电化学性质[J].物理化学学报,2007,23(07):1090-1094
40. 张宏芳;伏萍萍;宋英杰;杜晨树;杨化滨;周作祥;吴孟涛;黄来和.锂离子电池用“三明治”型 $\text{Si}/\text{Fe}/\text{Si}$ 薄膜负极材料的制备及其性能[J].物理化学学报,2007,23(07):1065-1070
41. 汤宏伟;朱志红;常照荣;陈中军.低共熔混合锂盐相图的绘制及应用[J].物理化学学报,2007,23(08):1265-1268
42. 郭营军;李其其格;宁英坤;其鲁;唐宏武.高温下锂离子电池电解液的性能[J].物理化学学报,2007,23(Supp):1-4
43. 冯华君;陈渊;代克化;宋兆爽;马建伟;其鲁.一种新型锂离子电池用聚合物电解质复合膜的制备和性能表征[J].物理化学学报,2007,23(12):1922-1926
44. 陈永翀;徐兴军;崔宏芝;代克化;宋兆爽;江卫军;其鲁.晶体的择优取向与 $\text{LiCoO}_2$ 正极材料X射线衍射峰的强度比[J].物理化学学报,2007,23(12):1948-1953
45. 侯春平;岳敏.液相球化法合成新型正极材料磷酸钒锂[J].物理化学学报,2007,23(12):1954-1957
46. 王雅丹;王剑;牟其勇;李永伟;其鲁.水性粘结剂制备 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 电极的电化学性能[J].物理化学学报,2007,23(Supp):14-17
47. 其鲁;宋兆爽;徐华;毛永志;吴宁宁;刘正耀.电动轿车用锂离子二次电池能源系统的制作及其电化学性能[J].物理化学学报,2007,23(Supp):21-25
48. 张春玲;江卫军;张晶;其鲁.锂离子电池用5 V正极材料 $\text{LiMn}_{1.5}\text{Ni}_{0.5-x}\text{Cu}_x\text{O}_4$ 的性能[J].物理化学学报,

49. 唐定国. IPN在聚合物锂离子电池中的应用[J]. 物理化学学报, 2007,23(Supp): 18-20
50. 侯完全;江卫军;其鲁;韩立娟. 高容量锂离子电池正极材料 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2-x}\text{Mg}_x\text{O}_2$ [J]. 物理化学学报, 2007,23(Supp): 40-45
51. 范茂松;雷向利;吴宁宁;其鲁.  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 基锂离子动力电池的应用研究[J]. 物理化学学报, 2007,23(Supp): 36-39
52. 王海燕;刘新厚;吴大勇. 静电纺丝及纳米纤维薄膜[J]. 物理化学学报, 2007,23(Supp): 67-74
53. 安洪力;吴宁宁;雷向利;徐金龙;其鲁. PHEV用 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 锂离子电池电化学性能[J]. 物理化学学报, 2007,23(Supp): 60-66
54. 郭营军;晨辉;其鲁. 锂离子电池电解液研究进展[J]. 物理化学学报, 2007,23(Supp): 80-89
55. 李孟伦;李依达;陈杰泰;高东汉;李桐进. 高功率软包锂离子电池的应用与发展[J]. 物理化学学报, 2007,23(Supp): 100-106
56. 刘素琴;李世彩;黄可龙;陈朝晖.  $\text{Ti}^{4+}$ 离子掺杂对 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 晶体结构与性能的影响[J]. 物理化学学报, 2007,23(04): 537-542
57. 王占良;唐致远;耿新;薛建军. 新型PMMA基聚合物电解质的研制 [J]. 物理化学学报, 2002,18(03): 272-275
58. 李明;杨华铨.  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 在 $\text{LiOH}$ 水溶液中的锂化行为[J]. 物理化学学报, 2000,16(08): 735-740
59. 王忠;田文怀;李星国. Sn-Sb合金的氢电弧等离子体法制备及其电化学性能[J]. 物理化学学报, 2006,22(06): 752-755
60. 陈继涛;周恒辉;常文保;慈云祥. 粒度对石墨负极材料嵌锂性能的影响[J]. 物理化学学报, 2003,19(03): 278-282
61. 周恒辉;陈继涛;慈云祥;刘昌炎. 判断聚对苯基热解碳嵌锂容量的简单方法[J]. 物理化学学报, 1998,14(05): 477-480
62. 徐宇虹;张宝宏;巩桂英;马萍.  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 掺杂 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 的电化学性能[J]. 物理化学学报, 2006,22(11): 1336-1341
63. 谢健;赵新兵;余红明;齐好;曹高劭;涂江平. 纳米Co-Sn金属间化合物的合成、表征及电化学吸放锂行为[J]. 物理化学学报, 2006,22(11): 1409-1412
64. 秦海英;谢健;糜建立;涂健;赵新兵.  $\text{FeSb}_2$ 纳米棒的溶剂热合成与电化学脱嵌锂性能[J]. 物理化学学报, 2006,22(12): 1555-1559
65. 黄令;江宏宏;柯福生;樊小勇;庄全超;杨防祖;孙世刚. 新型三维网状锡-钴合金负极材料的结构与性能[J]. 物理化学学报, 2006,22(12): 1537-1541
66. 黄可龙;杨赛;刘素琴;王海波. 磷酸铁锂在饱和硝酸锂溶液中的电极过程动力学[J]. 物理化学学报, 2007,23(01): 129-133
67. 姜冬冬, 付延鲍, 马晓华. 用于锂离子电池的锡纳米棒电极的制备与表征[J]. 物理化学学报, 2009,25(08): 1481-1484
68. 冯季军, 刘祥哲, 刘晓贞, 姜建壮, 赵静. 锂离子电池正极材料 $\text{LiV}_{3-x}\text{Mn}_x\text{O}_8$ 的水热合成与性能[J]. 物理化学学报, 2009,25(08): 1490-1494
69. 郑俊超, 李新海, 王志兴, 李金辉, 伍凌, 李灵均, 郭华军. 锂离子电池复合正极材料 $x\text{LiFePO}_4 \cdot y\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 的复合机制[J]. 物理化学学报, 2009,25(09): 1916-1920
70. 谭晓兰, 程新群, 马玉林, 左朋建, 尹鸽平. LIBOB基电解液成膜性及其循环性能[J]. 物理化学学报, 2009,25(10): 1967-1971
71. 常照荣, 郁旭, 汤宏伟, 魏文强, 代冬梅. Al掺杂量对正极材料 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{2/3-x}\text{Al}_x\text{O}_2$ 结构和电化学性能的影响[J]. 物理化学学报, 0,(): 0-0
72. 熊利芝, 何则强. 一种新的流变法制备锂离子电池纳米- $\text{LiVOPO}_4$ 正极材料[J]. 物理化学学报, 0,(): 0-0