

收藏本站 设为首页

English 联系我们 网站地图 邮箱 旧版回顾



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展,
率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

中国科学院办院方针



官方微博



官方微信

首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

化学所高能量密度纳米固态金属锂电池及其关键材料研发获系列进展

文章来源: 化学研究所 发布时间: 2017-08-22 【字号: 小 中 大】

我要分享

为开发高能量密度的纳米固态金属锂电池, 解决金属锂电池面临的循环性与安全性难题, 在科技部、国家自然科学基金委和中国科学院的大力支持下, 中科院化学研究所分子纳米结构与纳米技术国家重点实验室研究员郭玉国课题组在金属锂负极、固体电解质及固态电池研究方面取得系列进展。

近年来, 该课题组研究人员长期致力于金属锂负极的相关研究。前期的研究工作中, 针对充放电过程中金属锂负极的不均匀溶解和沉积(即枝晶)问题, 他们提出利用三维纳米集流体来引导金属锂在三维电极内部的均匀沉积与溶解的思路, 成功实现了金属锂枝晶的控制(*Nat. Commun.*, 2015, 6, 8058)。研究人员提出并开发了一种原位处理技术, 成功在金属锂表面形成具有高杨氏模量、快速锂离子传输能力的磷酸锂固体电解质界面膜, 有效减少了金属锂与电解液的副反应, 抑制了锂枝晶的生长(*Adv. Mater.*, 2016, 28, 1853)。

为进一步解决金属锂负极利用率低的问题, 研究人员结合石墨碳材料的结构优势, 提出一种高效稳定的“锂储藏室”的概念(图1), 在三维导电骨架上生长类洋葱状、石墨化的球形碳颗粒, 实现了金属锂/电解质界面的均匀调控, 有效控制碳球表面金属锂枝晶的生长并大幅提高锂的利用率, 在负极容量仅过量5%的条件下, 电池仍能长期稳定循环, 该研究结果近期发表在*J. Am. Chem. Soc.* (2017, 139, 5916)上。

为解决高容量金属锂负极中枝晶生长以及循环稳定性差的问题, 研究人员采用具有电化学活性的石墨化碳纤维作为多功能三维集流体, 得到面容量高达 8 mA h cm^{-2} 且无枝晶的金属锂负极。由于石墨化碳纤维能降低局部电流密度并缓解体积变化, 该负极在循环过程中表现出高库仑效率、低电压极化和长循环寿命, 相关成果近期发表在*Adv. Mater.* (2017, 29, 1700389)上。

在金属锂电池用电解质的前期研究工作中, 针对金属锂表面自发形成的SEI在循环过程中存在不可逆降解的问题, 该课题组设计出一类醚类电解质加离了液体的混合电解质体系, 改善了金属锂负极的沉积行为及循环稳定性(*Adv. Sci.*, 2017, 4, 1600400); 研究人员提出一种含Al胶体粒子的功能型电解质添加剂, 通过在电解质中添加 AlCl_3 成功地金属锂表面原位形成一层均匀、稳定、密实的SEI膜, 稳定了金属锂/电解质的界面(*Nano Energy*, 2017, 36, 411)。

为提高电池安全性并进一步解决液态电解质体系中的锂枝晶问题, 研究人员设计并构筑了一类多功能互穿网络结构聚(醚-丙烯酸酯)固体电解质(图3), 该固体电解质(ipn-PEA)集高机械强度(约12 GPa)和高室温离子电导(0.22 mS cm^{-1})于一体, 使锂的沉积/析出均匀进行。由于具有降低界面电阻和加速锂离子传输的双重作用, ipn-PEA电解质有效地抑制了锂枝晶生长, 重塑了室温固态金属锂电池的可行性(*J. Am. Chem. Soc.*, 2016, 138, 15825)。

鉴于该课题组在固态金属锂电池方面的引领研究, 研究人员应*ACS Energy Lett.* 主编邀请撰写关于固态金属锂电池研究和发展前景的观点展望文章(*ACS Energy Lett.*, 2017, 2, 1385), 同时应邀撰写了关于金属锂负极中先进碳材料的综述文章(*Adv. Energy Mater.*, 2017, doi: 10.1002/aem.201700530)。此外, *Nat. Adv. Sci.* 期刊的邀请, 该课题组人员还与清华大学副教授张强合作撰写了综述论文, 对金属锂电化学行为及电极设计策略进行了总结和展望(*Adv. Sci.*, 2017, 4, 1600445)。

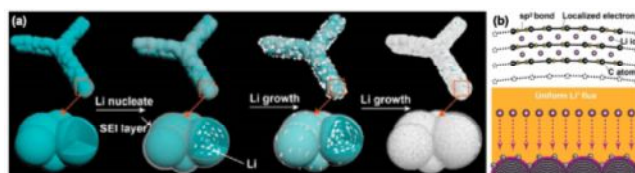


图1. 金属锂在曲面石墨碳球上的 (a) 沉积过程及 (b) 沉积机理示意图。

热点新闻

2018年诺贝尔生理学或医学奖、...

“时代楷模”天眼工匠南仁东事迹展暨...
中科院A类先导专项“泛第三极环境变化与...
中国科大建校60周年纪念大会举行
中科院召开党建工作推进会
中科院党组学习贯彻习近平总书记在全国...

视频推荐



【新闻联播】“率先行动”
计划 领跑科技体制改革



【东方卫视】突破“卡脖子”
技术 上海光机所以绝对
优势摘国际竞赛冠军

专题推荐



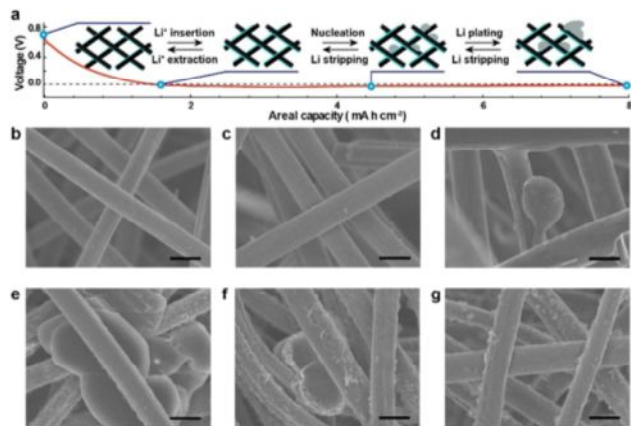


图2. (a) 石墨化碳纤维的放电曲线及沉积示意图。(b) 原始材料及 (c) 放电至0 V后, (d) 沉积2 mA h cm⁻²后, (e) 沉积8 mA h cm⁻²后, (f) 溶解4 mA h cm⁻²后与 (g) 充电至1V时的电极表面形貌图。

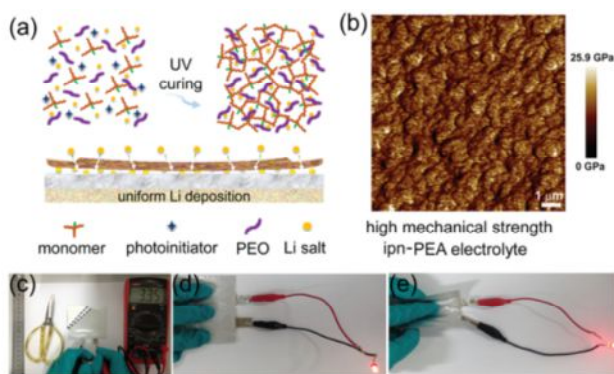


图3. (a) ipn-PEA电解质的制备 (上) 及锂沉积 (下) 示意图。(b) ipn-PEA电解质的模量图。(c) Li | ipn-PEA电解质 | LFP软包电池切割后的电压照片。LED器件可以在软包电池弯曲试验前 (e) 与后 (f) 被点亮。

(责任编辑: 任霄鹏)



© 1996 - 2018 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号 联系我们
地址: 北京市三里河路52号 邮编: 100864