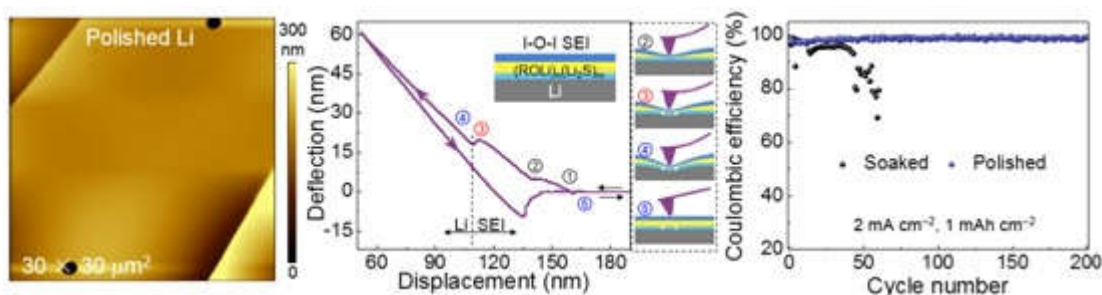


化学化工学院毛秉伟、董全峰教授等研究成果发表在Nature Communications

发布时间: 2018-04-12 浏览次数: 1342

化学化工学院毛秉伟教授、董全峰教授课题组合作, 在碱金属负极界面研究方面取得重要突破, 相关成果“Designable ultra-smooth ultra-thin solid-electrolyte interphases of three alkali metal anodes”发表于《自然-通讯》(Nature Communications, 2018, 9, 1339)。



金属锂是下一代高能量密度二次电池最理想的负极材料之一。在以金属锂作为负极的电池中, 锂电沉积过程中枝晶的生长及溶解过程的死锂现象是制约电池库仑效率、稳定性和安全性的重要因素, 而金属锂表面的微观平整性及固态电解质界面 (SEI) 膜的组成和结构及由其所决定的电学和力学性质对锂电沉积和溶解行为有重要影响。

SEI膜是电解液在极端电位下化学和电化学分解所形成的覆盖于电极表面的固态界面层。传统方法通常通过电解液浸润并辅以小倍率充放电而形成 (化成), 但该方法未充分利用SEI形成的电化学特点, 所形成的SEI的理化性质欠佳, 导致充放电循环稳定性差。为了在表面状态明确的条件下形成SEI膜并予以控制, 课题组通过研究发展了电化学调控的方法, 实现对金属锂表面的电化学抛光和SEI膜的原位成膜, 不仅获得了大范围原子平整的锂表面, 而且构筑了分子尺度均匀光滑的SEI膜。运用AFM力曲线、XPS深度剖析、FTIR和EIS等显微学、谱学和电化学方法等多尺度表征技术对锂负极进行了详尽研究, 结果表明该SEI膜呈现出无机物嵌入、有机物交联的软硬相间的多层膜结构特征和明显提升的离子电导率。这种微观平整光滑且兼具刚性和弹性的SEI膜的锂负极, 具有优越的电化学性能, 对锂枝晶有很好的抑制效果, 表现出明显加长的稳定性及对电池电解液的普适性, 锂平面电极可在 2 mA cm^{-2} (1 mAh cm^{-2})、100% Li 放电深度 (DOD) 下稳定循环至少200周且库伦效率高达99%; 与硫或者钴酸锂正极材料构成的全电池也同样展现出优越的充-放电循环性能。

课题组所发展的电化学调控方法可进一步拓展到钠、钾碱金属负极上, 形成大范围原子平整的钠、钾表面和超薄超光滑的SEI膜。特别是金属钠平面电极可在 2 mA cm^{-2} (1 mAh cm^{-2}) 100% Na DOD下稳定循环550周以上且库伦效率近100%。这一基于电化学调控的碱金属表面抛光和SEI膜构筑的方法及多尺度联合表征, 为解决碱金属负极问题提供了新的思路, 也为开展表面科学基础研究提供高质量的碱金属表面。

该研究是在毛秉伟教授和董全峰教授共同指导下, 由2014级博士生谷宇、2016级博士生王卫伟、2013级博士生李艺娟等同学通力合作的成果。泉州师范学院吴启辉教授和上海应用物理研究所樊春海研究员分别在X射线光电子能谱表征和同步辐射表征中提供了大力支持。化学化工学院郑明森副教授、颜佳伟教授、吴德印教授、iChEM研究员丁松园博士在实验和理论

计算方面给予了大力帮助; 田中群教授和郑南峰教授等对此工作提出了宝贵意见。研究工作得到科技部973计划(项目批准号: 2015CB251102、2012CB932902), 国家自然科学基金(项目批准号: U1305246、21621091、21473147、21533006、21673193)等项目的资助。

论文链接: <https://www.nature.com/articles/s41467-018-03466-8>

(化学化工学院)

责任编辑: 黄伟彬