

宁波材料所纳米硅基负极材料研究取得进展

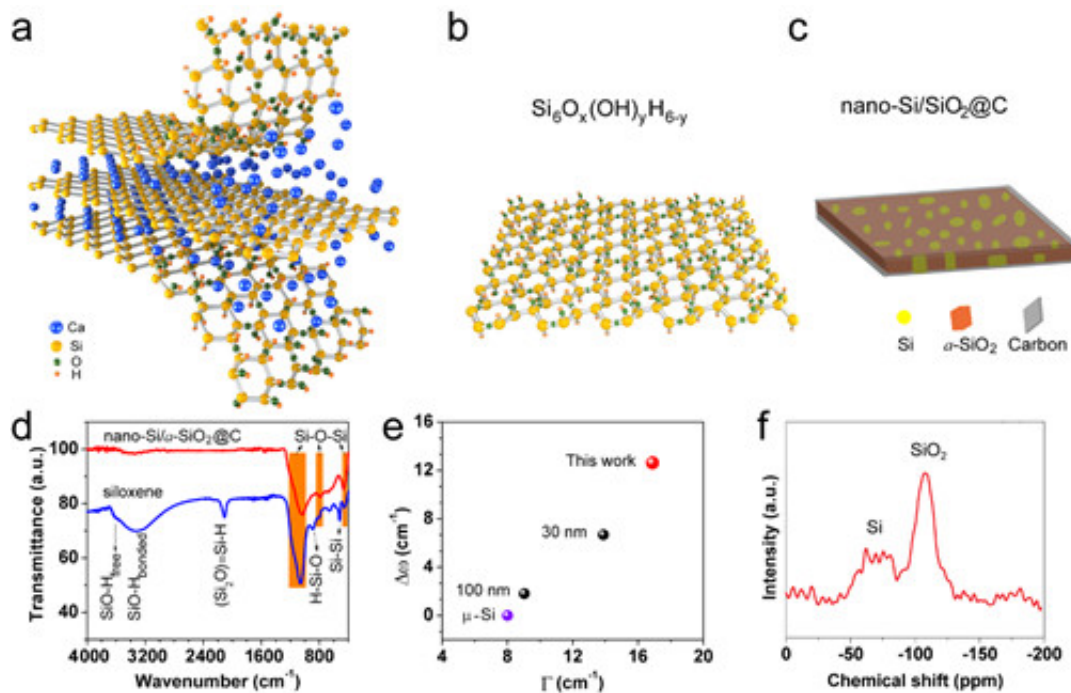


图1.a) 硅氧烯剥离过程示意图，b) 硅氧烯分子结构示意图，c) 碳包覆二维纳米硅/二氧化硅复合纳米负极材料的微结构示意图

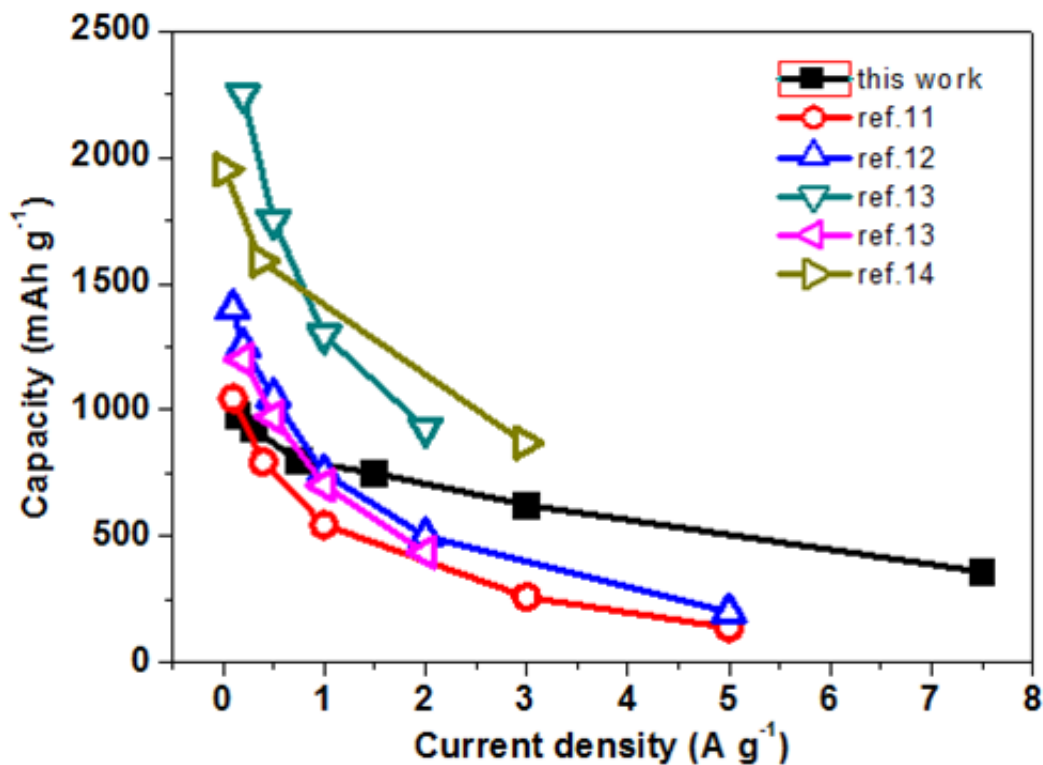


图2.本研究工作的二维纳米硅/二氧化硅复合负极材料与文献报道的硅基负极材料的高倍率性能对比图

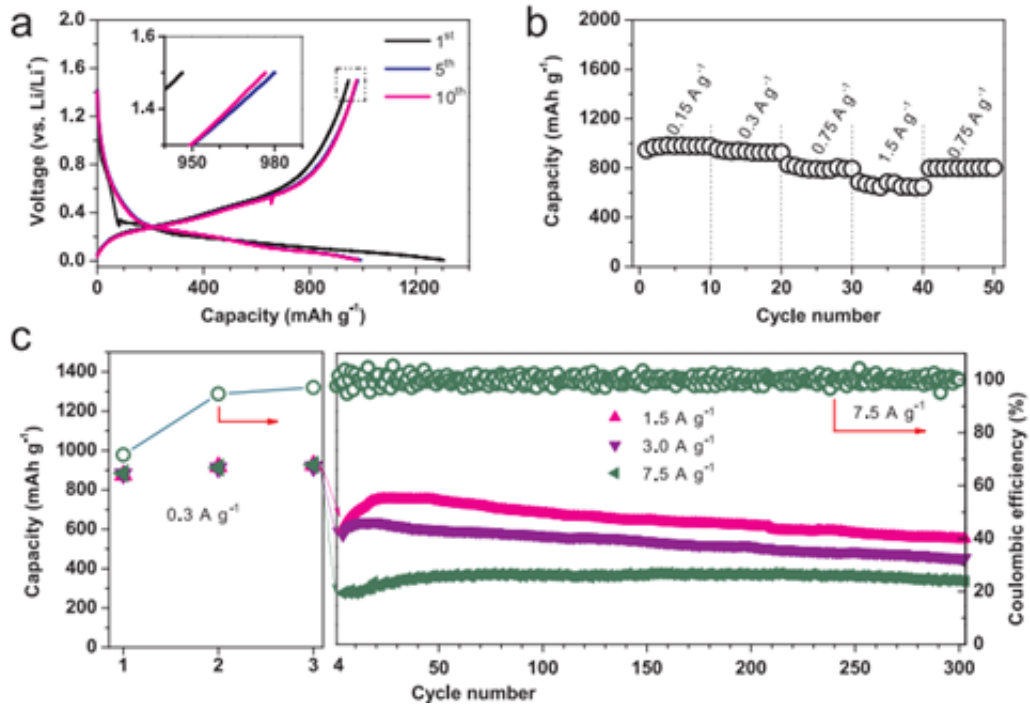


图3.二维纳米硅/二氧化硅复合负极材料的循环稳定性

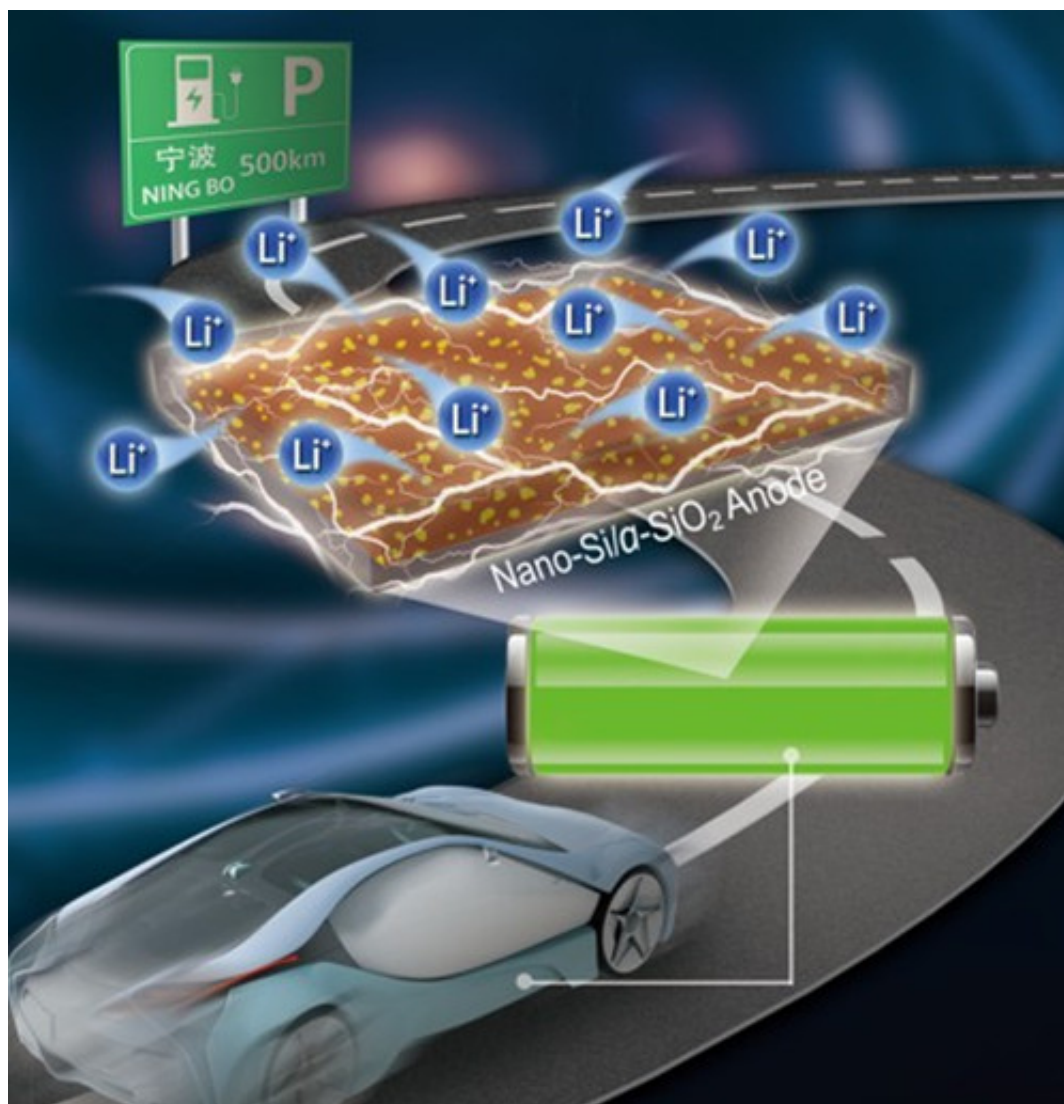


图4.二维纳米硅/二氧化硅复合材料用于长续航电动汽车动力电池示意图

相对于传统石墨负极材料（372mAh/g），硅负极材料具有极高的理论比容量（3580mAh/g），是未来高能量密度动力锂离子电池负极材料首选。但硅负极材料在充放电循环过程中存在体积变化（高达3倍以上），造成硅颗粒粉化，从而引发SEI膜反复再生库伦效率低，电接触变差极化增大，使实际硅负极材料循环寿命和倍率性能较差。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所动力电池工程实验室自2011年开展硅基负极材料的研究开发，已取得系列进展。2012年报道了一种三维多孔的纳米硅/石墨烯复合负极材料。近日，又报道了一种新型二维纳米硅/二氧化硅复合负极材料（2D nano-Si/SiO₂）。该工作利用层状结构CaSi₂的拓扑转变，在酸性溶液中化学剥离Ca原子（图1a），留下单原子层褶皱状硅烯，由于Si原子只存在sp³杂化，硅烯极不稳定，在水溶液中氧化得到亚稳态二维硅氧烯（图1b），二维硅氧烯经过合适的热处理条件脱水歧化得到二维纳米硅/二氧化硅复合负极材料（2D nano-Si/SiO₂），其中纳米硅均匀分散于无定型硅氧化物（图1c）。二维结构可有效减少锂离子迁移路程，纳米硅和硅氧化物可有效降低了体积膨胀率，因此采用该方法制备的2D nano-Si/SiO₂@C表现出优异的循环稳定性和倍率性能。电化学性能测试表明，在0.15A/g条件下，首次放电容量大于950mAh/g，在7.5A/g的大电流密度下，放电容量达360mAh/g，相比于文献已报道的硅或硅氧化物材料，倍率性能具有显著优势（图2）；在1.5，3.0和7.5A/g的大电流密度下，循环300周容量保持率分别为73%，73%和92%（图3）。该新型2D nano-Si/SiO₂@C负极材料，有望应用于长续航电动汽车（图4）。

该研究工作以Two-dimensional silicon suboxides nanostructures with Si nanodomains confined in amorphous SiO₂ derived from siloxene as high performance anode for Li-ion batteries为题发表在Nano Energy上。

研究工作得到了国家重点研发项目、国家自然科学基金、中科院重点部署项目、中科院先导专项与宁波石墨烯应用技术研发项目的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/114659.html>