



- 要闻
- 科研进展
- 通知公告
- 工作动态
- 媒体聚焦
- 科技动态
- 专家视野
- 区域新政

首页 > 科研进展

上海硅酸盐所在超快钠存储的钠离子电池负极研究方面取得新进展

文章来源: 上海硅酸盐研究所 | 发布时间: 2022-07-18 | 【打印】 【关闭】

钠离子电池因其成本低廉、资源充足, 被誉为实现“双碳”目标的核心储能技术之一, 已经被列入国家“十四五”规划的重点优先发展方向。目前发展高能量密度、高功率密度的钠离子电池受限于高性能关键电极材料, 开发具有高倍率和高容量(“双高”)的钠离子电池负极材料尤为重要。相比于发展成熟的锂离子电池负极, 钠离子电池负极研究还不够深入, “双高”负极材料类型目前稀缺。钠离子负极中合金化型材料(Si、Ge、Sn等)具有极高理论容量, 但在嵌/脱钠过程中产生巨大的体积膨胀/收缩, 导致负极颗粒粉化、容量快速衰减。从理论上讲, 将Si、Ge、Sn等纳米颗粒尺寸减小到原子水平、并分散到空位导电结构中, 可最大限度利用其储钠容量并保持优异循环特性。然而, 传统物理限域法难以实现原子级尺度制备, 导致抑制纳米点体积变化的效果仍有待提高, 另外该法对于高倍率性能的提升并不显著。

中国科学院上海硅酸盐研究所先进材料与新能源应用研究团队与北京大学和天津理工大学等共同合作研究, 提出将原子级分布的硅/锗/锡引入结构空位的刚性导电框架中, 通过调整化学键强弱, 优化晶体结构排列, 构建了一种具有高容量、高倍率性能的钠离子电池负极材料GeTiS₃。原子级Ge为“化学剪刀”实现其在Ti-S框架中的均匀分散。结合了Ge基负极材料高容量以及TiS₂负极材料高倍率的特性。在低电流下可逆容量达到678 mAh g⁻¹, 在32 C超高倍率下循环10000次容量保持率接近100%。该负极材料的结构设计策略可推广到Si、Sb、Sn等合金化型负极材料设计和制备中。

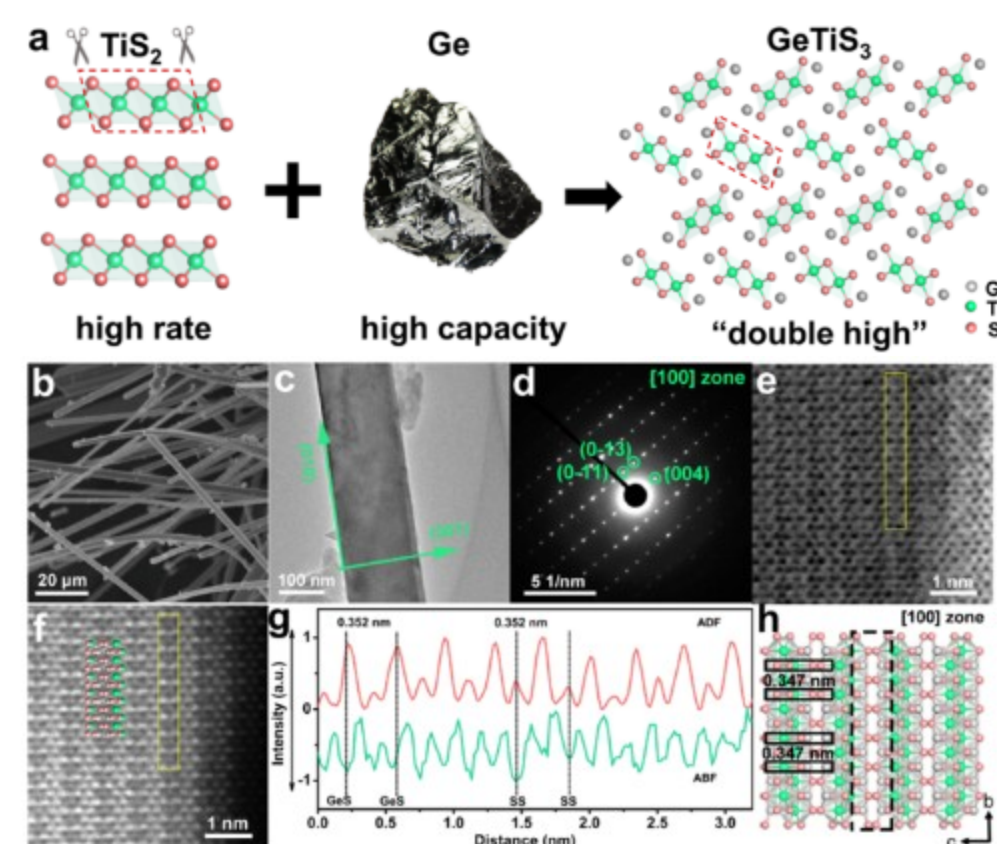
GeTiS₃的晶体结构由封端Ge原子和边共享的TiS₆八面体组成, 形成双链结构。扫描电子显微镜(SEM)表明得到的GeTiS₃呈现微米级的棒状形貌。沿[100]区域轴的SAED图显示出不同的衍射点, 这些衍射点对应到正交GeTiS₃的(0-13)、(0-11)、(0-1-1)和(004)面。沿[100]方向的ADF和ABF成像表明, 局域原子分布和晶体结构与正交GeTiS₃相一致。

对比GeTiS₃、TiS₂和Ge-C, 在0.3C的电流密度下, GeTiS₃表现出最高的容量646.8 mAh g⁻¹。此外, GeTiS₃表现出更优的倍率性能, 在16C下, 仍保持227 mAh g⁻¹。在电流密度为3、8、16和32 C时, GeTiS₃负极表现了出色的长循环性能。为进一步探究GeTiS₃的反应动力学, 在0.2 ~ 2.5 mV s⁻¹的扫描速率下进行了CV测试。对应的log(|i|)和log(v)之间进行线性拟合, 峰1和峰2的b值分别为0.86和0.53, 表明GeTiS₃负极在1.5 V和2.1 V时分别表现出了电容和扩散控制的行为。在扫描速率为1 mV s⁻¹时, CV曲线的阴影部分占总容量的57%。在循环过程中电容和扩散控制共存, 然而大多数Na⁺在GeTiS₃中的存储可以归因于扩散控制过程。GeTiS₃的Na⁺扩散系数最大为9.1 × 10⁻¹¹ cm² s⁻¹。电化学阻抗谱(EIS)进一步表明GeTiS₃具有比Ge-C、GeTiS₂和TiS₂更小的电荷转移电阻, 表明GeTiS₃具有增强的反应动力学。

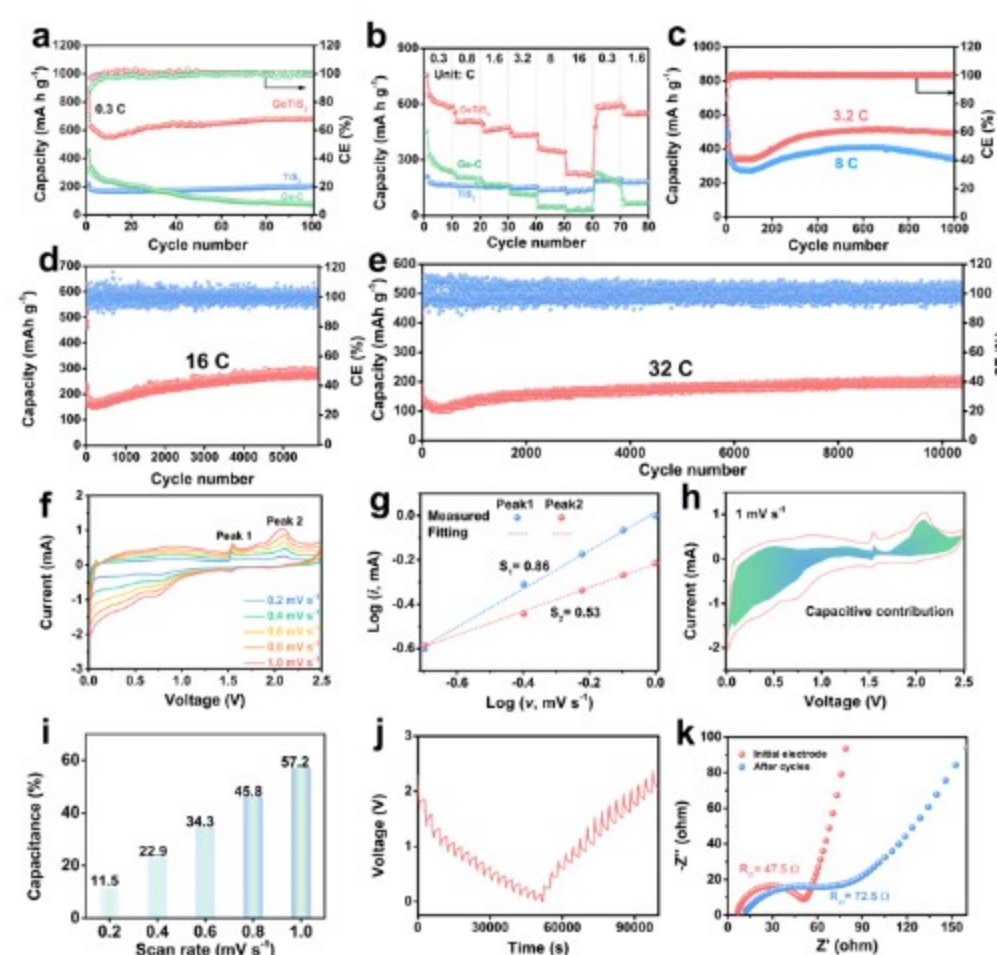
相关研究成果以“Tailoring Ultrafast and High-Capacity Sodium Storage via a Binding Energy-Driven Atomic Scissor”为题发表于Advanced Materials期刊。论文第一作者为上海硅酸盐所博士研究生彭柏鑫、吕卓然及助理研究员许树茂博士, 通讯作者为上海硅酸盐所黄富强研究员和天津理工大学董辰龙博士。

论文工作得到国家重点研发计划项目(No. 2019YFA0210600)、国家自然科学基金(No. 51922103, No. 51972326)等项目的资助和支持。

文章链接为<https://doi.org/10.1002/adma.202200863>



GeTiS₃设计思路以及结构表征



GeTiS₃的电化学性能测试