



李祥龙课题组在锂离子电池硅负极方面取得新进展

发布时间: 2023-02-27 | 【打印】 【关闭】

随着智能电子、电动汽车及规模储能快速发展,研发高能量密度、高功率密度、长循环寿命和高安全性的锂离子及后锂离子电池是当今储能领域的研究热点和焦点。开发高容量、高倍率、高稳定性电极材料是实现这一目标的重要途径。硅,由于其丰富的储量、极高的理论容量等优势受到广泛关注。然而,由于其巨大的体积变化效应和固有的低导电性,硅的容量在循环过程中快速衰减,难以满足实际应用需求。

针对上述难题,各种材料设计及工程方案已被广泛示范。相比纳米结构化,级次结构化有助于提高振实密度及体积能量密度,并改善材料加工性能。然而,面向实际应用,在高载量和高电流密度下实现其稳定循环极具挑战性。国家纳米科学中心李祥龙研究团队一直致力于储能杂化材料的结构设计、系统工程、协同效应及应用探索,包括锂离子及锂金属电池(例如: *Matter* 2022, 5, 1263; *Nat. Commun.* 2020, 11, 3826; *Chem. Soc. Rev.* 2018, 47, 3189; *Nano Lett.* 2015, 15, 6222)。最近,由蜂巢获得启示,该团队联合中国石油大学(华东)智林杰教授,提出一种自上而下的微米硅结构化策略(界面双重共价调控的各向同性渠化)。通过微米硅的锂化、去锂化及多巴胺改性,制备由蜂巢状径向排布的硅纳米片组成的、聚多巴胺衍生碳双重共价控制包裹的碳硅杂化微粒,实现微米硅的各向同性渠化和界面可控固化。

一方面,各向同性渠化在颗粒内部各个方向上创制锂离子的低迂曲度、快速传输通道,解耦离子传输和颗粒取向间的关联,使颗粒容量发挥不受限于活性材料载量及传统极片制造工艺;另一方面,基于碳硅间中等密度的双重价键(碳-氧-硅、碳-氮-硅),界面控制固化促成高度耐用的锂离子选择性渗透媒介,显著抑制副反应导致的传输通道窄化、变形、甚至阻塞,保障离子以及电子的稳定输运。基于各向同性渠化和界面可控固化,碳硅杂化微粒在商业级载量及高充放电倍率下,表现极其优越的循环稳定性,特别是,在面容量为3.4 mAh/cm²和电流密度为3.2 mA/cm²、面容量为4.0 mAh/cm²和电流密度为4.8 mA/cm²的苛刻条件下,均可稳定循环100圈。上述研究为具有工业化应用特征的高性能硅以及其它储能颗粒的理性设计和规模制造提供一种新思路和新途径。

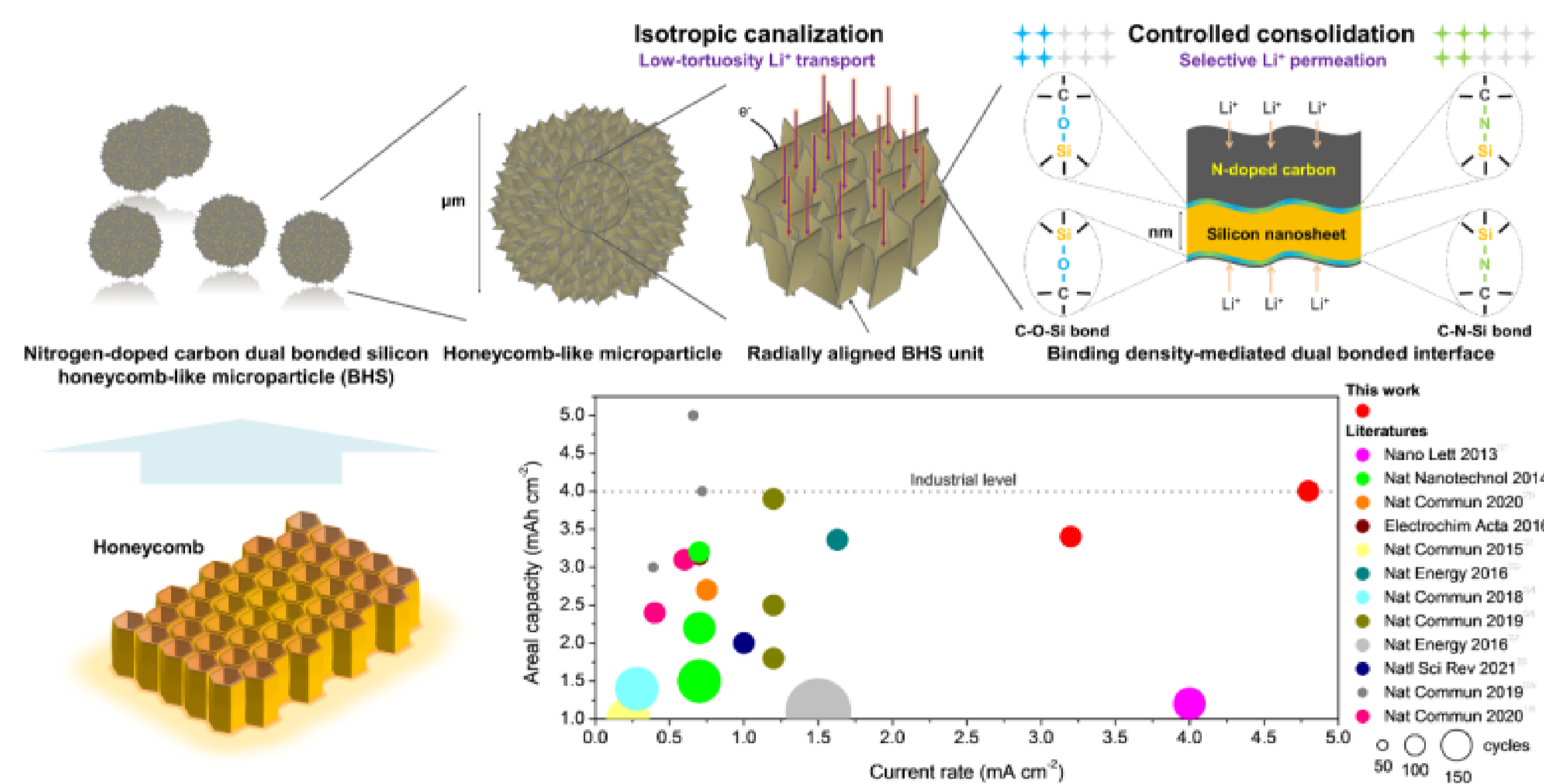


图. 基于界面双重共价调控各向同性渠化策略的碳硅杂化微粒及储锂性能

该项工作以 *Controlled Isotropic Canalization of Micro-Sized Silicon Enabling Stable High-Rate and High-Loading Lithium Storage* 为题发表在 *Advanced Materials* 上。国家纳米科学中心博士研究生王邓辉为第一作者,国家纳米科学中心李祥龙研究员、马英杰助理研究员、中国石油大学(华东)智林杰教授为共同通讯作者。感谢国家纳米科学中心王斌研究员对上述工作的帮助。该研究得到国家自然科学基金委等的支持。

文章链接: <https://doi.org/10.1002/adma.202212157>

