
研究提出三维互连碳管网格的晶体工程策略

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40986.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

研究提出三维互连碳管网格的晶体工程策略

。近日，中国科学院合肥物质科学研究院等通过晶体工程策略，构筑了高结晶度的石墨碳管三维互连网络，攻克了滤波超级电容器在高负载下频率响应急剧下降的难题，为电子器件小型化提供了材料支撑。

研究团队针对厚电极普遍存在的电子-离子传输失配、性能权衡难题，构建三维互连网络设计体系，发展晶体工程制备策略。该策略以镍纳米棒三维互连网络（3D-NiNRG）为结构模板与催化剂框架，可控构筑出兼具高结晶度与有序结构的石墨碳管三维互连网络（3D-GCTG），并实现多项突破。一是克服模板失稳问题，通过优化催化生长动力学，抑制镍纳米棒三维互连网络模板在石墨化催化过程中的颗粒化难题，保持三维网络结构完整，确保离子传输通道畅通；二是构筑化学键合结构，3D-GCTG具有高度的结晶性，石墨碳管间通过石墨烯层化学键合，降低了石墨碳管间界面电阻，构建出高效电子传输网络；三是实现局域电场增强，研究揭示结晶度对厚电极内部电场分布的关键影响机制；3D-GCTG优异的电子传导能力降低电势梯度，使电场均匀分布至电极内部，促进厚电极中离子的同步快速响应。

通过对比结构、厚度完全相同但结晶度不同的两种碳管三维互连网络电极可知，高结晶度3D-GCTG电子-离子协同传输显著增强。3D-GCTG电极具有优异的负载容忍度，当电极厚度增至40 μm 时，120Hz下相位角仍保持 -80° 以下，面积电容提升至3.77 mF cm^{-2}

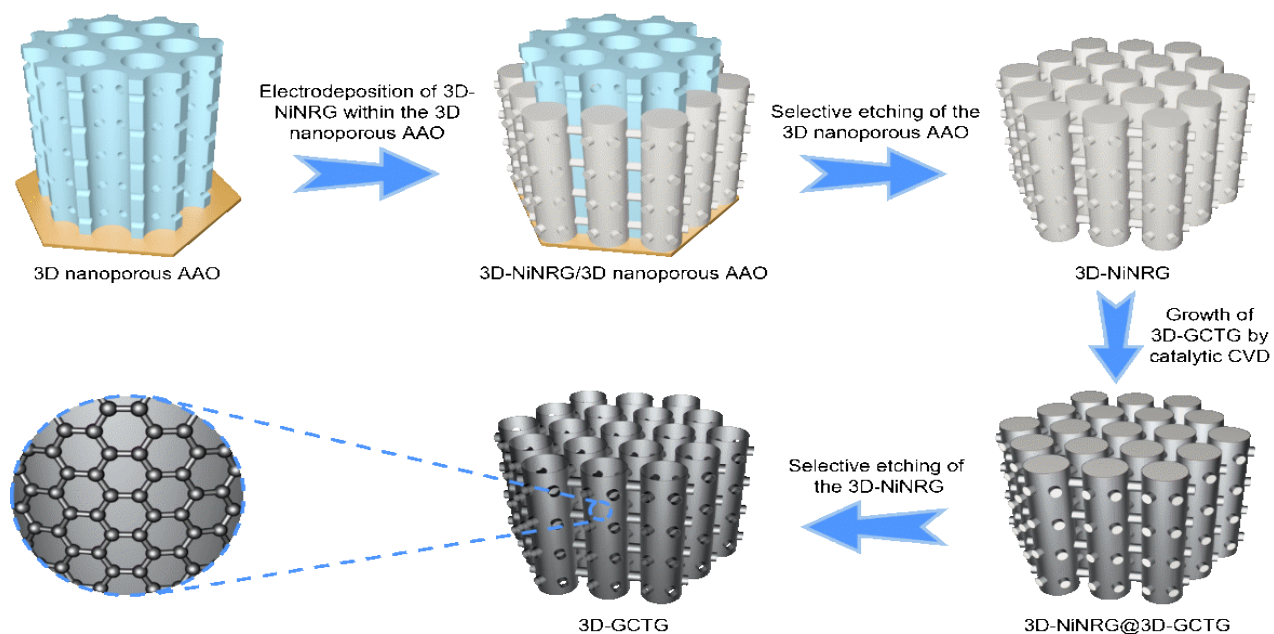
，较先前报道的非结晶石墨化碳管三维互连结构提高3.6倍，可缓解比电容与频率响应间存在的权衡关系。

同时，为对标商用铝电解滤波电容器，团队将6个基于3D-GCTG的器件串联，实现6V工作电压，可将60Hz交流信号（正弦波、方波、三角波）转换为平滑稳定的直流输出，验证其在实际微型化滤波器件中的可行性。

这一研究突破了高结晶度石墨化碳管三维互连有序结构的构筑瓶颈，揭示了结晶度调控电子传输与电场分布进而影响超快储能与滤波行为的内在机制。同时，3D-GCTG实现了电子/离子运输的高效协同，为交流滤波超级电容器提供了理想的电极材料与结构，也为高功率电池、电催化等需要快速电荷转移的能源器件提供了材料构筑的新范例。

相关研究成果发表在《先进材料》（*Advanced Materials*）上。研究工作得到国家自然科学基金等的支持。

[论文链接](#)



石墨化碳管三维互连网络（3D-GCTG）的制备过程示意图

研究团队单位：合肥物质科学研究院

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发