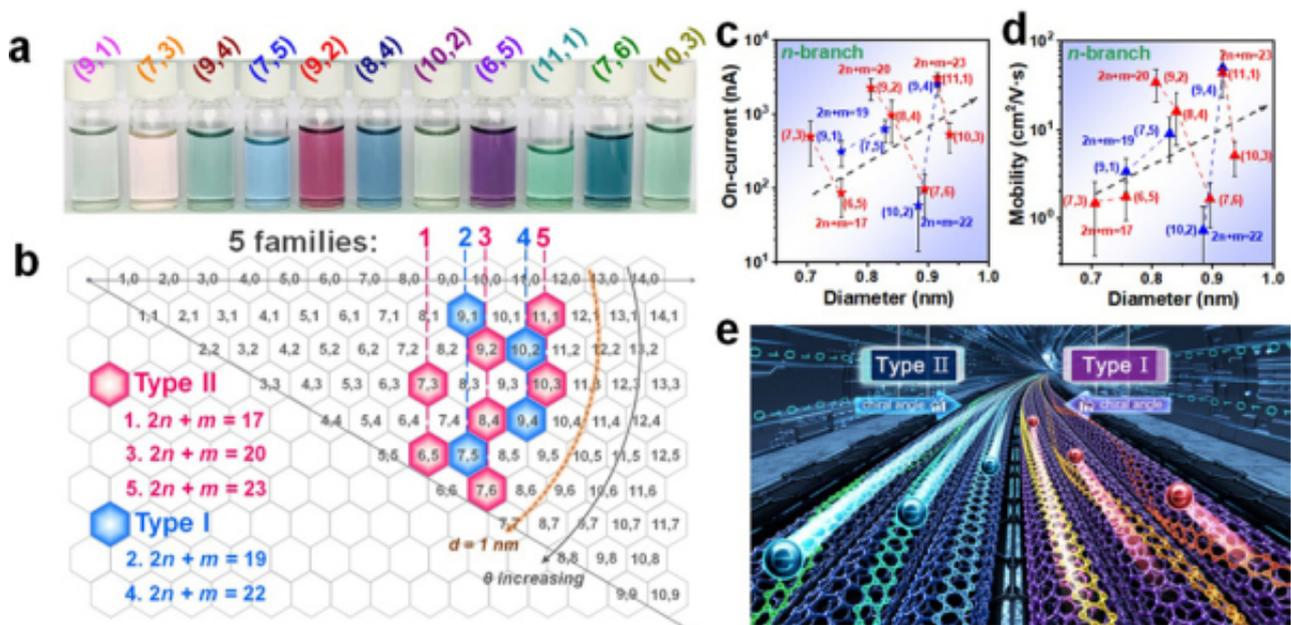


物理所在碳纳米管薄膜电学输运性能与其手性结构的依存关系方面获进展

建立碳纳米管电学输运性能与其手性结构的依存关系，对于设计和构建高性能碳基器件具有重要意义。十多年前，科研人员尝试基于单根碳纳米管构建晶体管，探测其电学输运性能与结构的关系。由于单根碳纳米管电学信号弱、手性结构表征困难，揭示其性能与手性结构的关系颇具挑战性。多种类单一手性碳纳米管的宏量制备是解决这一科学问题的关键。鉴于此，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心先进材料与结构分析实验室A05组研究员刘华平团队发展了高精度凝胶色谱技术。该技术在原子尺度上对碳纳米管手性结构进行高分辨识别和分离，实现了10余种单一手性碳纳米管次毫克量级的制备（Sci. Adv. 2021, 7, eabe0084），为探究碳纳米管电学输运性能与手性结构的关系奠定了材料基础。

近日，该团队博士研究生苏威（已毕业）和李潇在刘华平的指导下，发展了碱性小分子调控技术精确调控碳纳米管薄膜的沉积密度，并在此基础上利用(6, 5), (7, 3), (7, 5), (7, 6), (8, 4), (9, 1), (9, 2), (9, 4), (10, 2), (10, 3) and (11, 1)等11种均匀密度的单一手性碳纳米管薄膜构建晶体管，系统探测了不同手性碳纳米管薄膜电学输运性能。这些碳纳米管包含两种类型【类型I(mod (2n + m, 3) = 1)和类型II(mod (2n + m, 3) = 2)】、五个族【每个族，2n+m=常数，(n, m)为碳纳米管手性指数】，因此测试所得碳纳米管电学性能与手性结构的关系具有普适性。研究发现，即使直径相同但手性角不同的碳纳米管，其薄膜器件的开态电流或载流子迁移率可以达到一个数量级的差异。进一步分析表明，碳纳米管薄膜的电学输运性能具有很强的类型和族的手性结构依存性。对于同族碳纳米管，随着手性角的增加，I型碳纳米管开态电流和迁移率增加，而II型碳纳米管表现出相反的趋势。理论分析发现，碳纳米管薄膜晶体管电学性能的差异来源于它们不同的能带结构。能带结构上的差异导致碳纳米管薄膜与金属电极的接触电阻、管间节电阻以及管内本征电阻等的不同。该工作为高性能碳基电子、光电子器件的设计和應用提供了重要的科学指导。

相关研究成果以Chirality-dependent electrical transport properties of carbon nanotubes obtained by experimental measurement为题，在线发表在《自然-通讯》（Nature Communications 2023, 14, 1672）上。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金和中科院的支持。



碳纳米管薄膜电学输运性能与手性结构的关系。(a) 所用碳纳米管溶液照片；(b) 所用碳纳米管手性结构分布；(c-d) 不同手性碳纳米管薄膜场效应晶体管开态饱和电流和电子迁移率与直径关系；(e) 碳纳米管电学性能与手性结构的依存关系示意图。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/194227.html>