“戊庚环型”一维碳基共价金属材料研发成功

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42878.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！

“戊庚环型”一维碳基共价金属材料研发成功。中国科学技术大学教授王兵、范其瑭及合作者，通过分步表面合成，制备出仅由五元环和七元环构成的金属性碳纳米带，即新的戊庚环型碳纳米带，并证实这种由碳原子通过共价键连接而成的亚纳米宽度一维结构能够实现高效电子输运。10月29日，相关成果在线发表于《自然》。

金刚石与石墨同由碳原子组成，性质却截然不同，奥秘在于原子的连接方式。石墨烯由六元环组成蜂窝网络，换成五元环和七元环会怎样？1996年，理论学家预言，这种碳五七环结构可能像金属一样导电。碳原子通过共价键连接，却呈现金属电子性质，因而被称为共价金属。近30年来，如何精准制备这种纳米带，并使其在亚纳米的宽度下保持金属性，始终有待实验解答。

合成的难点，是获得由成对五元环构成的分子链（聚戊搭烯）。原计划使用的二溴代戊搭烯单体活性过高，难以稳定制备，团队因此改变了起点分子单体。第一步，先连成链：选用较稳定的含八元碳环分子为单体，在银表面将它们连接成链。第二步，重排碳环：通过加热，将八元环转变为一对五元环，获得此前难以制备的聚戊搭烯链，打通合成路线的关键环节。第三步，侧向融合：继续给聚戊搭烯链升温，使相邻链像拉链一样侧向融合，在链间形成七元环，最终得到五七环碳纳米带。高分辨显微成像确认了碳环排列：两条链的相对取向不同，形成CPHN 1和CPHN 2两种结构。

做出了预想的结构，下一步是检验电子能否顺畅通过。研究人员用扫描隧道显微镜针尖连接并提起纳米带一端，在针尖与银表面之间搭起一条纳米尺度的电流通路。在低温下测量得到CPHN 1的电导最高约为0.9个电导量子，提拉长度增至约4纳米时仍基本不变。电导量子是衡量单个理想电子传输通道导电能力的基本尺度。测得的电导接近该尺度且随长度变化很小，表明电子在所测短距离内散射较少，呈现近弹道输运特征。CPHN 1在零电压附近的电流－电压曲线近似线性；CPHN 2的电导低约两个数量级，低电压电流明显受抑制。

团队还从电子的波动性中寻找金属性的答案。在纳米带与银表面间引入溴原子层，减弱衬底影响，测量电子波干涉形成的驻波图样，再通过准粒子干涉分析，还原电子能量与波长的关系。结合理论计算发现，CPHN 1的能带穿过费米能级，呈金属性；CPHN 2具有约0.22电子伏特的带隙，为窄带隙半导体，从能带结构上解释了两者的导电差异。

研究人员介绍，该工作建立了金属性五七环碳纳米带的合成路径，并在亚纳米尺度的碳骨架中实现了高效电子输运。这一成果将五七环碳结构的理论设想转化为可检验的实验体系，为理解碳原子的连接方式与材料金属性的关系、探索新效应，如Luttinger液体等一维关联电子态及其输运行

为，提供了新的材料体系，也有望作为原子尺度导线和互连单元用于未来碳基芯片。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-026-11202-2

作者：王兵 等 来源：《自然》

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转发