
晶圆级硅基锗量子线的自组装定位生长研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9334.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！

锗/硅量子线具有高空穴迁移率、低超精细相互作用、强自旋-轨道相互作用以及与硅兼容等优点，成为实现硅基高性能自旋甚至拓扑量子计算的材料系统（<https://arxiv.org/abs/2004.08133>）。尽管非面内生长的量子线在新奇物性探索方面取得了很多重要成果，但缺少面内按需定位生长量子线是阻碍量子器件精确寻址和大规模扩展集成的瓶颈。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心纳米物理与器件重点实验室研究员张建军长期从事硅锗量子材料的外延制备和物性研究工作。他首次在Si(001)衬底上实现了Ge量子线无需使用金属催化剂的面内生长（Phys. Rev. Lett. 109, 085502 (2012)），解决了传统VLS方法生长中Ge量子线存在金属污染及难以大规模转移和排列的问题。近年来与国内外团队合作，成功利用这种量子线制备了首个Ge量子比特（Nat. Comm. 9, 3902 (2018)），实现了量子点与超导微波谐振腔的耦合（Nano Lett. 18, 2091-2097 (2018)）。

在上述研究基础之上，为解决面内Ge量子线按需定位生长的难题，课题组博士生高飞（已毕业）和王建桓等在张建军的指导下，结合纳米加工和分子束外延（MBE），成功在Si(001)图形衬底上实现了晶圆级面内Ge量子线位置、长度、周期以及结构的可控生长。如图，Ge量子线位于凹槽边缘，尺寸非常均匀，无缺陷，高度为3.8 nm，标准偏差仅0.11 nm，长度原则上可以任意长。此外，还实现了紧密排列的平行Ge量子线以及“口”、“L”形等特殊结构的有序阵列。在生长机制研究方面与西安交通大学副教授胡昊及犹他大学教授刘锋合作，解释了面内Ge量子线在槽边优先成核和定位生长的机理；在器件研究方面与奥地利科学技术研究所教授Georgios Katsaros以及瑞士巴塞尔大学教授Daniel Loss小组合作，观测和理解了自旋轨道耦合强度和InAs，InSb量子线相当的可电场调控强自旋轨道作用，并且观测到紧密排列量子线上量子点间的电容耦合。图形结构制备及材料表征得到中科院微电子研究所王桂磊和物理所姚媛的支持。该研究工作为Ge量子

器件的精确寻址和大规模扩展集成奠定了重要的材料基础。研究成果最近以Site-Controlled Uniform Ge/Si Hut Wires with Electrically Tunable Spin-Orbit Coupling 为题发表在《先进材料》上（Adv. Mater. 32, 1906523 (2020)），并被选为inside front cover。

该工作得到国家重点研发计划（批准号：2016YFA0301701，2016YFA0300600）、国家自然科学基金委（批准号：11574356，11434010，11404252）以及中科院B类先导专项（专项编号：XDB30000 000）的支持。

[文章链接](#)

研究团队单位：物理研究所

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

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