单晶硅纳米白光光源的研究获突破性进展

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18549.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！

单晶硅纳米白光光源的研究获突破性进展。华南师范大学信息光电子科技学院教授兰胜课题组与中山大学物理学院教授李俊韬、电子与信息工程学院教授佘峻聪合作，在单晶硅纳米白光光源的研究中取得突破性进展。相关研究发表于《自然—通讯》（Nature Communications）。博士研究生潘麦铭成和向进为该论文共同第一作者，兰胜教授和李俊韬教授为共同通讯作者。

随着摩尔定律逐渐接近极限，硅基光电集成技术已经成为未来半导体技术发展的重要方向。然而，由于受到间接带隙能带的限制，硅发光需要依靠声子辅助复合，体硅材料的量子效率仅有10-7，无法作为有源器件应用在硅光芯片中，成为制约硅基光电集成技术发展的瓶颈。

目前，单晶硅基光源的研究主要存在四条技术路线：一是硅的非线性效应，例如受激布里渊散射和受激拉曼散射等；二是量子限制效应，例如多孔硅、硅量子点等；三是能带工程，利用锗硅合金调控硅的带隙；四是利用光学共振模式增强光与物质的相互作用。

近年来，兰胜课题组选择了利用光学模式增强光与物质相互作用为主要技术路线，对飞秒激光与硅基微纳结构的相互作用进行了持续和系统的研究。他们利用各种光学共振模式，向单晶硅微纳结构高效注入载流子，从而大幅提升荧光量子效率。从2018年首次利用磁偶级共振点亮硅纳米颗粒开始，到2021年利用镜像磁偶极共振和表面晶格共振，结合本征载流子激发，实现了硅纳米颗粒的荧光爆亮现象，量子效率从~1.2%提升至6~8%。

尽管米氏共振、表面晶格共振等独立的共振模式能够提供强大的场局域效应，从而实现大注入载流子。然而，这些共振模式存在辐射损耗较大的缺陷，削弱了光与物质的相互作用，进而限制了光学非线性效率。幸运的是，量子力学中连续域中的束缚态（Bound states in the continuum，BIC）原理的提出，为解决米氏共振辐射损耗较大的问题提供了机遇。BIC是一种独特的光学模式，主要特征是能够在亚波长结构中支持具有极高品质因子（quality factor）的超级腔模（supercavity mode）。这些光学模式可以应用于新一代超薄、多用途光学元件，基于非线性效应增强的低阈值激光器，以及实现亚波长共振模式强耦合的原理性验证。

在本项研究工作中，科研人员将BIC原理应用于零维纳米结构中，他们提出在一个有限长度的硅纳米方块中，也可以实现多种模式的强耦合，利用模式干涉，获得具有高品质因子的超级腔模。在具体样品设计中，考虑到在实际使用时需要使用飞秒激光激发超级腔模，于是更多考虑多光子荧光的吸收系数与飞秒激光脉冲的频域匹配。

不仅如此，为了减少样品刻蚀产生的缺陷，他们对硅纳米方块表面进行了钝化处理，显著降低了非辐射损耗，最终将发光量子效率进一步提升至13%，获得了高效的纳米级白光光源。更为重要

的是，硅纳米方块的制备方法与现代硅基芯片工艺完全兼容，有望为未来光子芯片纳米白光光源甚至激光光源的制备和集成提供科学依据和技术支撑，同时也为操控间接带隙半导体纳米材料的发光开辟了新视野。

该研究工作得到了国家自然科学基金和广东省自然科学基金的支持。(来源：中国科学报朱汉斌)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41467-022-30503-4

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：兰胜等 来源：《自然—通讯》

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