# 上海微系统所等实现硅基异质集成的片上量子点发光

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/19454.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！*

近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所硅光课题组研究员武爱民团队/龚谦团队与浙江大学副教授金毅课题组合作，在硅基衬底上研制出超小尺寸的包含InAs量子点的纳米共振结构，基于准BIC原理实现了O波段的片上发光。7月28日，相关研究成果以*Heterogeneously integrated quantum-dot emitters efficiently driven by a quasi-BIC-supporting dielectric nanoresonator*为题，在线发表在*Photonics Research*上，并被选为当期Highlight文章。

硅光集成技术具有大带宽、低成本、低功耗和高集成度等优势，应用于电信和数通的光互连，且在Lidar和医疗传感及智能运算领域也颇具潜力。然而，由于硅是间接带隙半导体，不能直接发光，硅基光源是行业亟待解决的关键难题。模组和系统中的光源仍利用III-V材料来实现，工业界成熟的技术主要是利用高精度封装将外部光源与硅光芯片耦合成组件。多材料体系的混合集成光源是行业发展的核心方向，以下方案备受关注：Flip-Chip混合集成、异质键合以及硅基异质外延。微系统所硅光团队深耕硅光Flip-Chip光源领域，在集成芯片上开展高性能的应用示范，近期合作提出结合异质集成和InAs量子点的亚波长尺寸片上光源实现方法。量子点是纳米尺度的零维结构，不仅对位错缺陷比较钝感，而且具备低阈值电流密度和高工作温度等潜在性能。

基于多级共振原理的单粒子共振器具有丰富的共振方式，但光场局域能力弱且Q值不够高，难以实际应用于片上激光。准连续域束缚态（Quasi bound states in the continuum，QBICs）具有高局域性，为实现小尺寸以及阵列化的硅基发光器件开辟了新路径。合作团队通过MBE（分子束外延）生长了包含InAs量子点和应变缓冲/释放层以及GaAs包层的复合结构，利用剥离和异质键合将复合结构转移到硅基衬底上（$SiO_2$层上），结合准BIC的物理机制，利用微纳加工工艺实现了亚波长尺度的O波段的片上发光。科研团队将III-V量子点外延和异质键合技术相结合，消除了晶格失配的同时也避免了硅基外延的复杂多层缓冲层结构，对于大规模片上光集成更有利，具体工艺流程见图1。图2（a）为结构示意图，纳米盘结构中包括了2.2原子层厚度的InAs量子点，上下分别是2 nm和6 nm的应变缓冲层和应变释放层，还包括上下的GaAs包层和AlAs牺牲层。InAs量子点位于盘的中心位置，以匹配准BIC模式的场分布，保证光与物质充分的相互作用，该体系结构可以增强量子点与准BIC之间的耦合，从而增强光致发光；图2（b）为不同尺寸谐振器的PL谱结果，结果表明，纳米谐振器半径尺寸在420 nm时支持准BIC态，此时Q因子为68（理论值达到229），相比未达到准BIC态时最高提升了11倍，这使光致发光强度最高提升了8倍。通过提高复合外延层的质量以及优化膜转移工艺可以进一步增强发光性能。该研究为实现硅基集成的片上光源提供了颇有前景的解决方案，对于大规模的光集成提供了超小尺寸的新器件，进一步实现电致发光的片上光源则有望为硅基发光提供更有实用价值的解决方案。

研究工作得到国家自然科学基金、中科院青年创新促进会等的支持。

论文链接

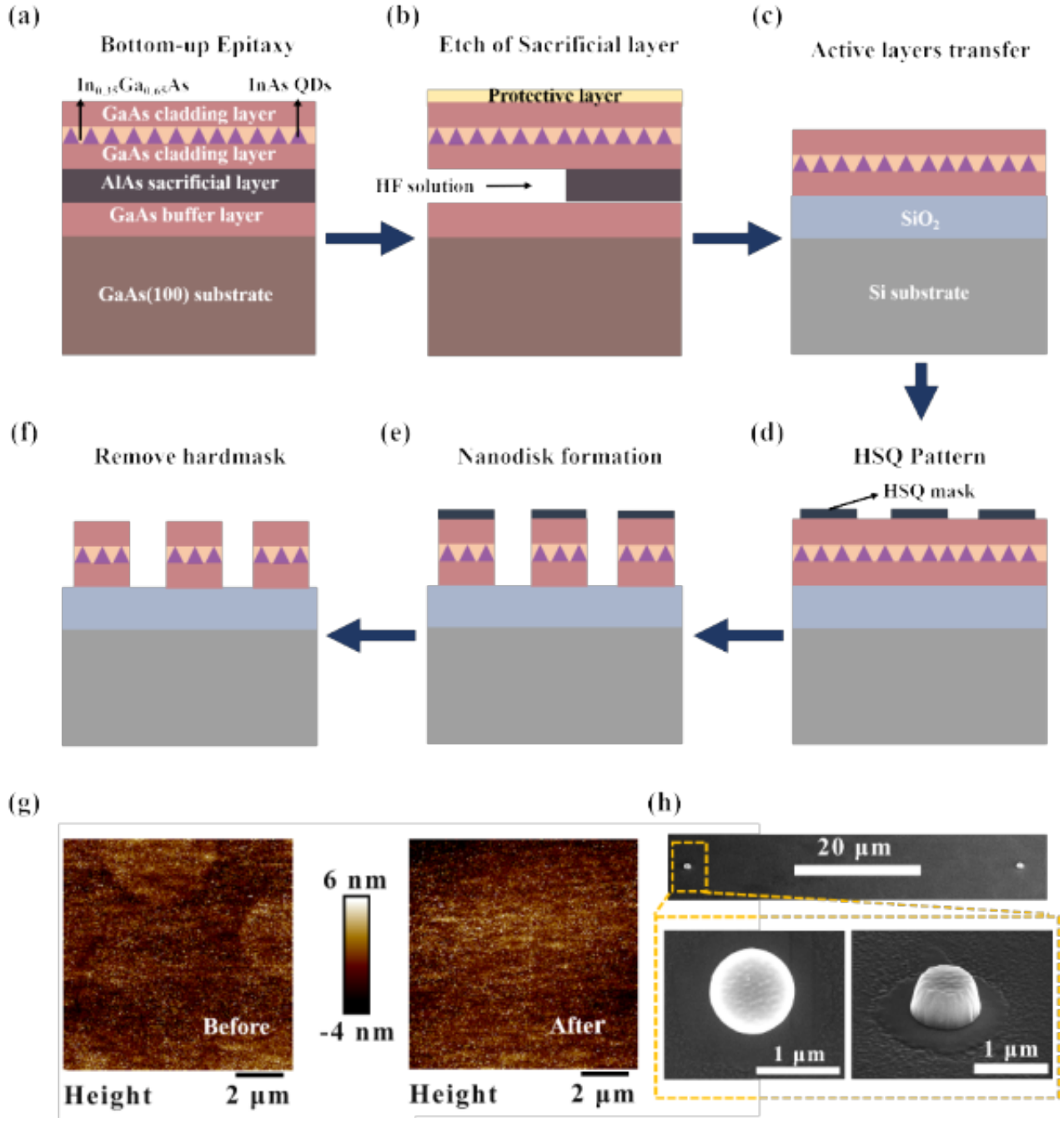



图1.异质集成的InAs量子点发光器件的工艺流程。

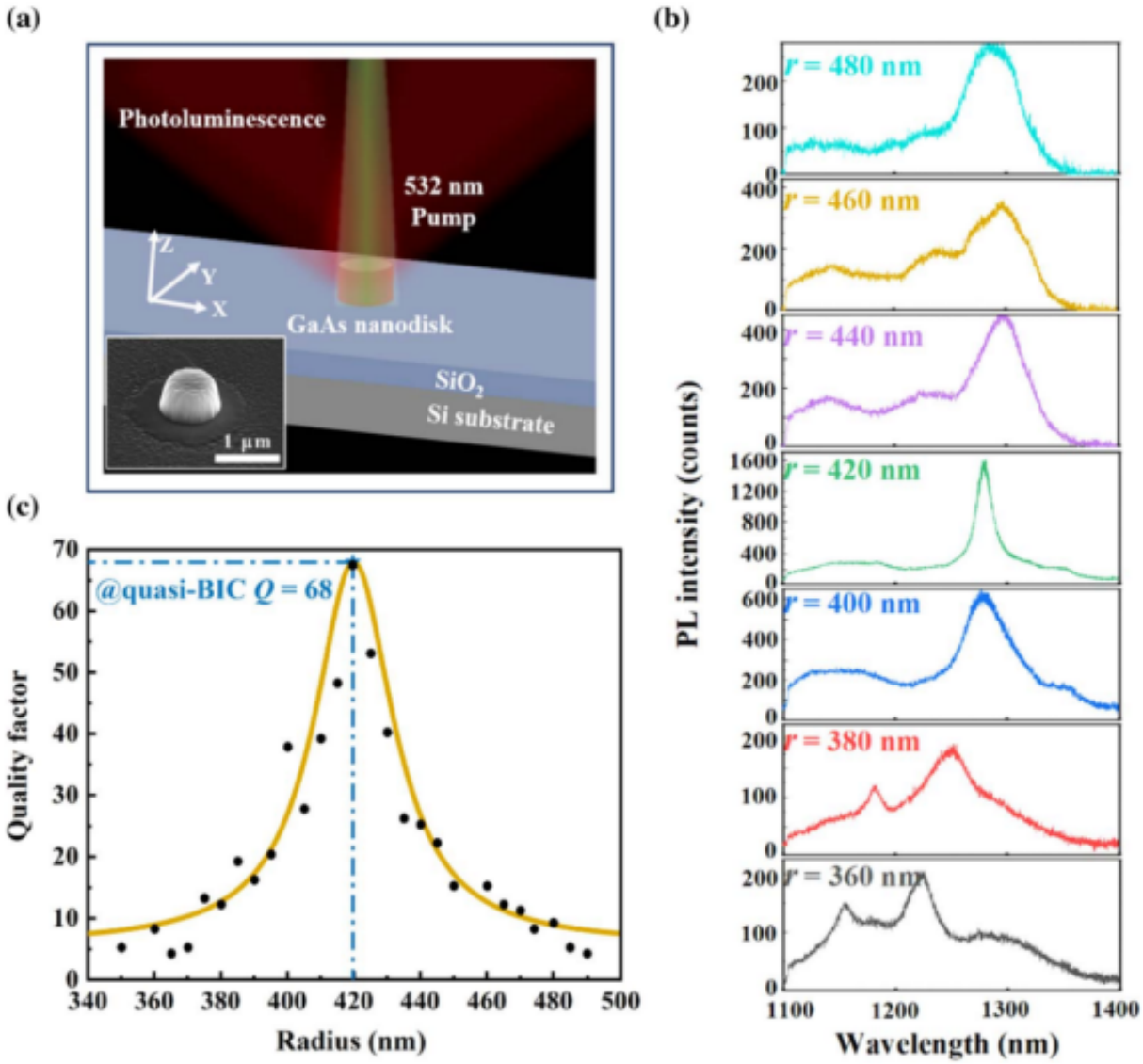



图2.异质集成量子点发光的实验结果。（a）准BIC态的片上量子点发光实验示意图，包括样品的SEM图；（b）不同半径尺寸的InAs量子点的共振器在通信波段的光致发光光谱结果；（c）不同半径的共振器对应的Q因子，蓝色虚线对应准BIC出现。

研究团队单位：上海微系统与信息技术研究所

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