
苏州纳米所等在超高精度激光光刻技术研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/10273.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！

亚10nm的结构在集成电路、光子芯片、微纳传感、光电芯片、纳米器件等技术领域有应用需求（图1），这对微纳加工的效率和精度提出了新挑战。激光直写作为一种高性价比的光刻技术，可利用连续或脉冲激光在非真空的条件下实现无掩模快速刻写，降低了器件制造成本，是一种有竞争力的加工技术。然而，激光直写技术由于衍射极限以及邻近效应的限制，很难做到纳米尺度的超高精度加工。近日，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所研究员张子暘与国家纳米中心研究员刘前合作，在*Nano Letters*上发表了题为5 nm Nanogap Electrodes and Arrays by a Super-resolution Laser Lithography (DOI: 10.1021/acs.nanolett.0c00978) 的研究论文，报道了一种新型5nm超高精度激光光刻加工方法。

苏州纳米所张子暘团队从事微纳加工技术的开发、高速光通信半导体激光器、超快激光器等研制工作（*ACS Photonics* 6, 1581, 2019；*Light. Sci. Appl.* 6, 17170, 2018；*ACS Photonics* 5, 1084, 2018；*Adv. Opt. Photon.*, 2, 201, 2010；授权专利：106449897B）；国家纳米中心刘前团队从事微纳加工方法及设备的创新研究，发展出多种新型微纳加工方法和技术（*Novel Optical Technologies for Nanofabrications*；*Nano Letters* 17, 1065, 2017；*Nature comm.* 7, 13742, 2016；*Adv. Mater.* 24, 3010, 2012；授权专利：美国US 2011/0111331 A1和日本J5558466）。该研究使用了研究团队开发的具有完全知识产权的激光直写设备，利用激光与物质的非线性相互作用来提高加工分辨率，有别于传统的缩短激光波长或增大数值孔径的技术路径，打破了传统激光直写技术中受体材料为有机光刻胶的限制，可使用多种受体材料，扩展了激光直写的应用场景。研究团队针对激光微纳加工中所面临的实际问题出发，解决了高效和高精度之间的固有矛盾，开发的新型微纳加工技术在集成电路、光子芯片、微机电系统等众多微纳加工领域展现了广阔的应用前景。

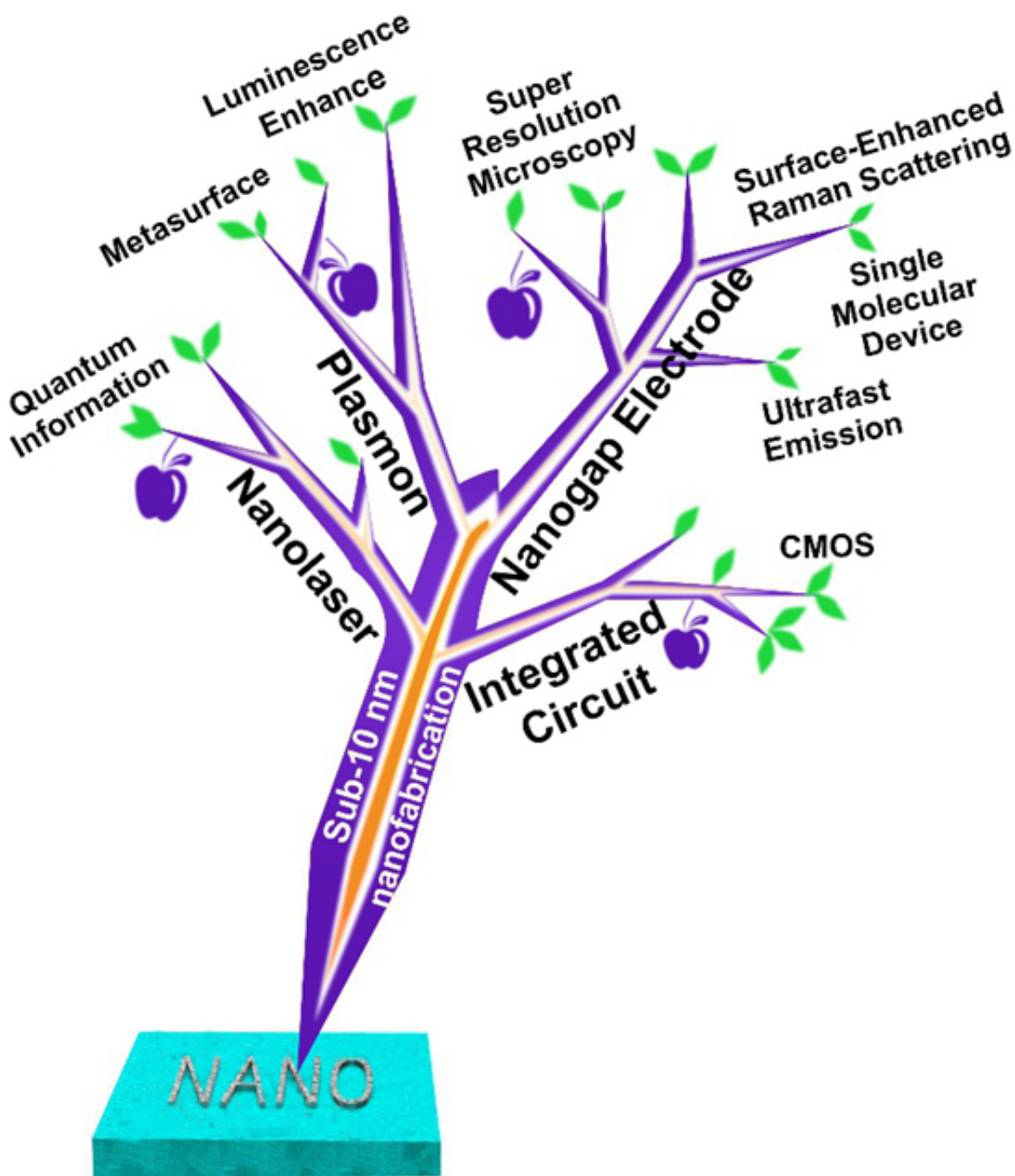


图1.亚十纳米图形结构的应用领域和方向。

研究中，基于光热反应机理，研究团队设计开发了一种新型三层堆叠薄膜结构。在无机钛膜光刻胶上，采用双激光束（波长为405nm）交叠技术（见图2a），通过精确控制能量密度及步长，实现了1/55衍射极限的突破（NA=0.9），达到了最小5nm的特征线宽。此外，研究团队利用这种超分辨的激光直写技术，实现了纳米狭缝电极阵列结构的大规模制备（如图2b-c）。相较而言，采用常规聚焦离子束刻写，制备一个纳米狭缝电极需要10到20分钟，而利用本文开发的激光直写技术，可以一小时制备约 5×10^5 个纳米狭缝电极，展示了可用于大规模生产的潜力。

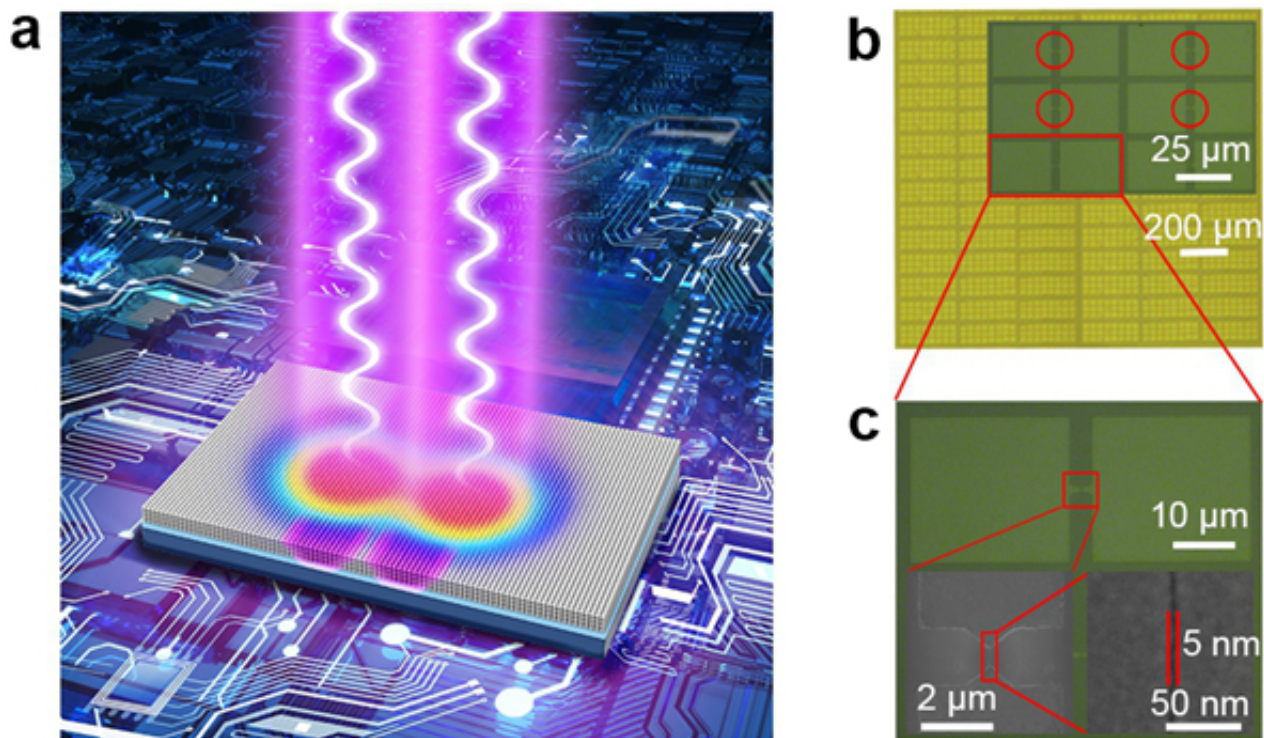


图2.双束交叠加工技术示意图（左）和5nm 狭缝电极电镜图（右）。

纳米狭缝电极作为纳米光电子器件的基本结构有广泛的应用。该团队利用发展的新技术制备出纳米狭缝电极作为基本结构的多维度可调的电控纳米SERS传感器。可在传感器一维方向上对反应“热点”完成定点可控，实现了类似逻辑门“0”、“1”信号的编码和重复（图3a-b），并可通过狭缝间距和外加电压的改变，实现了对反应“热点”强度的精确可调（图3c-d），这对表面科学和痕量检测等研究有重要意义。

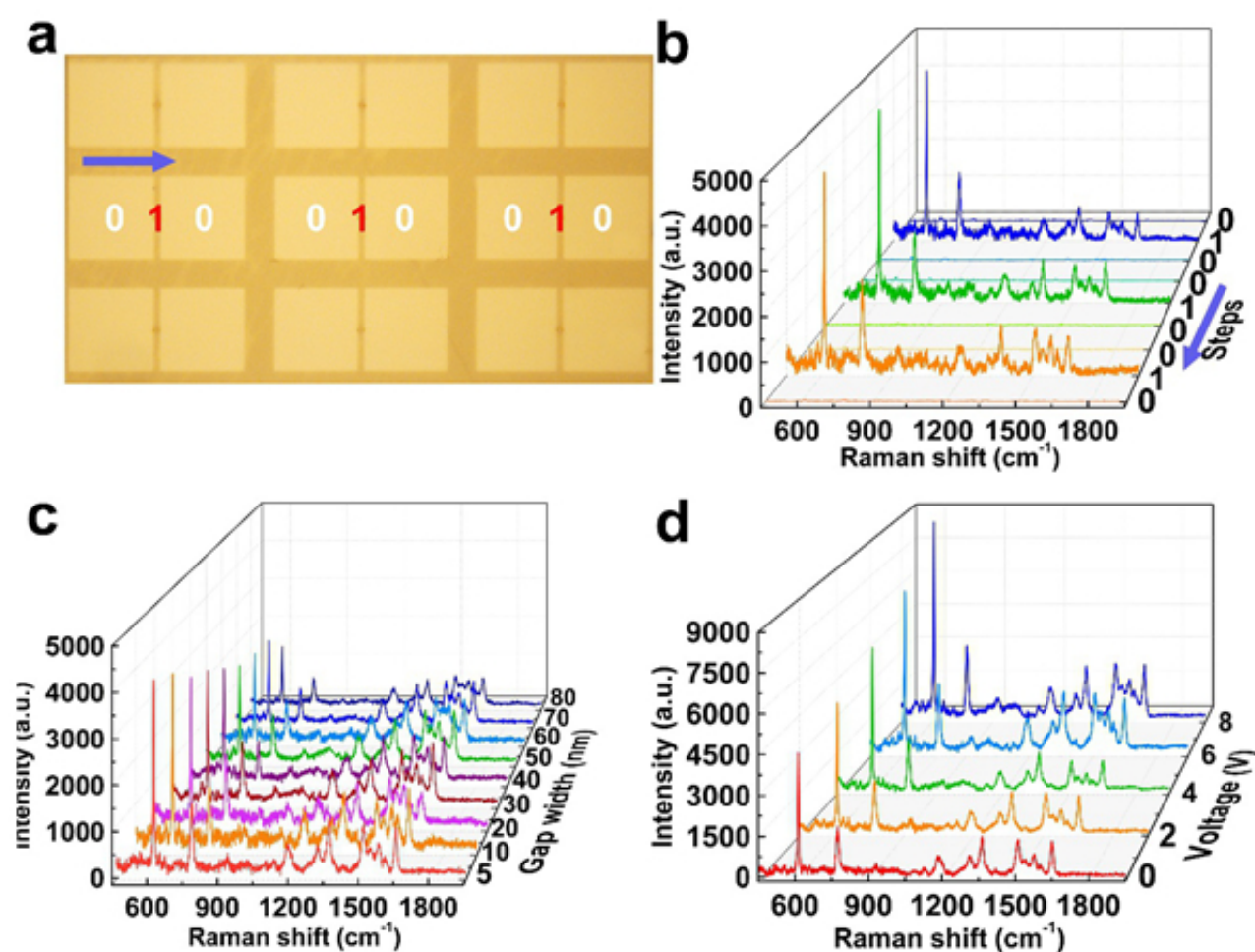


图3. (a) 纳米SERS传感器的光学显微镜图；(b) 一维线性扫描下拉曼信号谱；(c) 不同宽度下拉曼信号谱；(d) 不同外加电压下拉曼信号谱。

论文第一作者为苏州纳米所与中国科学技术大学联合培养的硕士研究生秦亮；苏州纳米所与兰州大学联合培养的博士研究生黄源清和青岛大学夏峰为论文的共同第一作者；张子旻和刘前为论文的通讯作者。研究工作得到国家重点研究计划项目、国家自然科学基金、Eu-FP7项目、中国博士后科学基金的支持。

研究团队单位：苏州纳米技术与纳米仿生研究所

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](https://www.iikx.com)转发