

## 苏州纳米所等在硅基近红外光电转换研究中取得进展

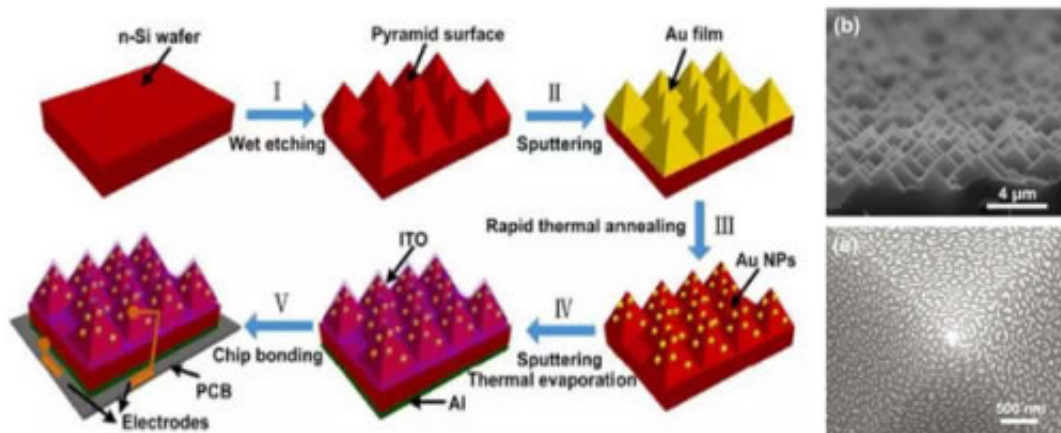


图1 Au纳米颗粒装饰的Si金字塔制造工艺的示意图和实验结果SEM图

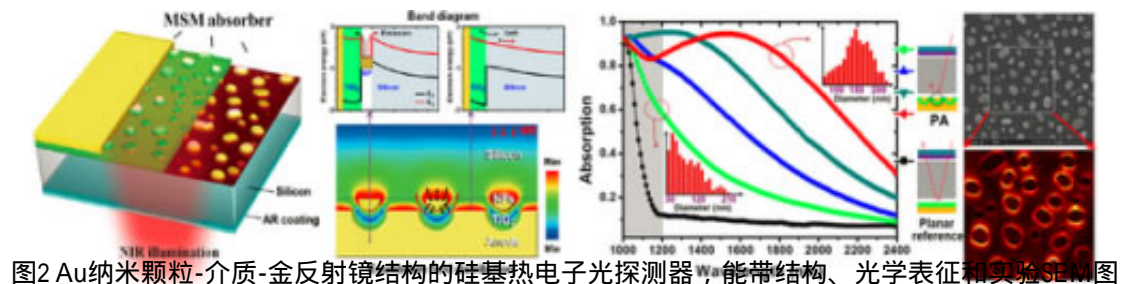


图2 Au纳米颗粒-介质-金反射镜结构的硅基热电子光探测器，能带结构、光学表征和实验SEM图

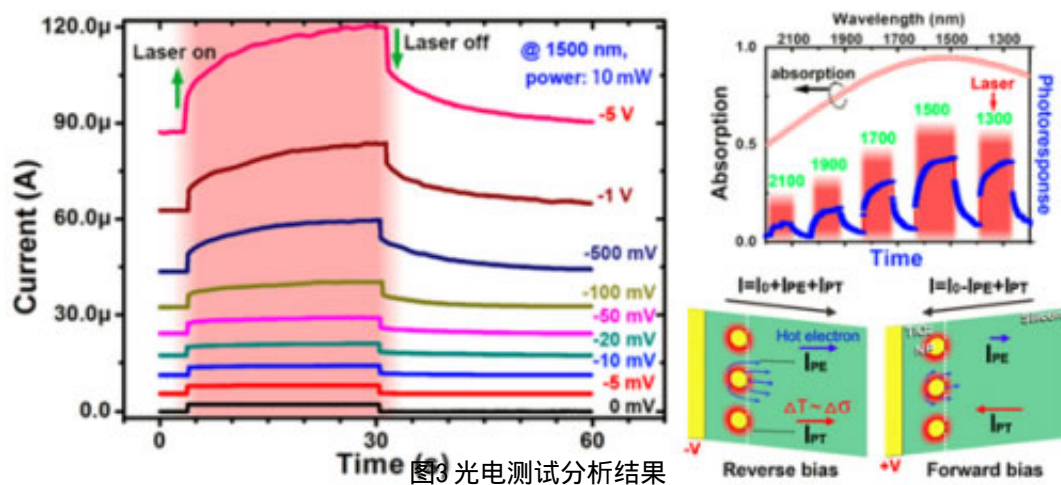


图3 光电测试分析结果

近红外光电检测对光谱、夜间监控、红外导引、光通信等应用领域具有重要意义。近年来，CMOS技术的发展使Si基光电子器件得到广泛应用，由于Si自身带隙较大，普通的Si基光电探测器通常无法在超过1200nm的近红外光谱区域有效工作。

为了解决这个问题，科学家们在Si材料表面沉积一层金属薄膜，形成金属-半导体之间的肖特基结，金属中自由电子吸收光子能量后可穿过肖特基势垒，并进入Si材料中形成光电流。这种响应的截止波长由势垒高度决定，从而打破了半导体带隙的限制。在这个依赖热电子发射的光电响应机制下，金属结构对器件的近红外探测性能有较大影响。目前，基于如传输表面等离子共振（PSPR），局部表面等离子共振（LSPR）和谐振腔共振等，纳米棒、纳米线、光栅等各种金属纳米结构已被证明可增强热电子光电响应。然而，这类结构的量子效率仍较低，这些精细规则的纳米结构增加了生产工艺的复杂性和生产成本，使其无法实现大规模、低成本制造。

近日，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所陈沁课题组联合东南大学教授王琦龙，在低成本高效硅基热电子

红外光电探测器方面取得系列进展。科研人员提出了Au纳米颗粒修饰Si金字塔结构的方案，实验证明，他们制备的这些器件的性能可与精心设计、成本高昂的Si基近红外光电探测器性能相当，有望应用在大规模热光伏电池和低成本红外检测中。相关研究成果发表在Nanotechnology上。科研人员采用的工艺十分简单，通过使用标准的各向异性化学湿蚀刻法来实现Si基金字塔的构建；在其表面溅射一层Au薄膜；通过快速热退火法形成修饰的金纳米颗粒；在金字塔那面通过磁控溅射沉积ITO薄膜，在另一面通过热蒸发沉积铝膜作为背电极；样品通过锡焊焊接到芯片载体上，完成探测器的制作（图1，2）。他们发现，金字塔表面增强了入射光子与Au纳米颗粒之间的耦合效应，因为金字塔表面减少了背反射光并使光子在Au纳米颗粒内部多次反射，增加了入射光走的距离，Au纳米粒子的引入还使得器件的局部电磁场产生了增强，从而使光子可以被显著吸收，提高了光电转换量子效率。

研究人员采用了Au纳米颗粒-介质-金反射镜的结构，充分利用无序金属纳米颗粒的宽带高光学吸收和Au/TiO<sub>2</sub>/Si组成的全向肖特基结，在光学与电学两个方面同时入手提高光电转换的内外量子效率。这种密集的随机热点（hot spot）分布提升了光吸收与热电子发射的效率，光电响应度是目前最高结果之一，硅光电响应截止波长扩展到近2μm，展示了有效的近红外硅基光电应用。此外，通过时间分辨的IV正反偏压测试分析，他们剖析了光热电过程中热电子光电效应和光热效应的关系，揭开了前人工作中忽视的热电子光发射过程寄生的光热效应，为表面等离子体增强的热电子发射在光电转换、光催化、光传感应用提供了重要的依据和参考。相关结果发表在Laser & Photonics Reviews上。

该工作得到国家自然科学基金委和中科院的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/114716.html>