上海微系统所超导单光子探测器效率研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/11812.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！

中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员尤立星团队利用无损介质镜面结合三明治结构超导纳米线，实现了NbN材料超导纳米线单光子器件（SNSPD）98%的探测效率，再次创造了NbN SNSPD探测效率的新的世界纪录。

100%系统探测效率（SDE）是单光子探测器发展的最终目标，在量子基础理论验证和量子信息科技中具有应用价值。SNSPD凭借高探测效率、低暗计数、低时间抖动等性能指标，在量子通信、量子计算、深空光通信、生物荧光成像等领域发挥重要作用，推动了量子信息技术和其他前沿科学的发展。对SNSPD来说，实现100%效率的关键难点在于，需同时实现接近100%的本征探测效率和吸收效率。由于二者之间的
纠缠制衡关系，相比于其他低T_c的超导材料（如WSi），高T_c
的NbN材料SNSPD实现高SDE的难度更大。2017年，研究人员通过工艺优化，首次报道了基于小型闭合循环制冷机，2.1 K工作温度下，NbN-SNSPD系统探测效率（1550 nm工作波长）可超过90%；2019年，研究人员发明了离子注入等手段，首次打破了NbN本征探测效率和吸收效率的制衡关系，再次实现了90%探测效率SNSPD器件，为极限效率探测研究奠定基础。

近期，经过系统分析，研究团队提出了无损介质镜面加三明治超导纳米线的器件架构，再次打破了NbN SNSPD器件的本征探测响应和光学吸收效率的制衡关系，实现了两者的同时提升。在0.8 K工作温度，1590 nm波长实现了98%的系统探测效率，在1530-1630
nm波长范围内的系统效率超过95%。该类型的探测器还显示出对多种参数的鲁棒性，例如，在2.1 K温度下，同一批次制造的45个探测器，SDE大于80%（90%）的产率达73%（36%），对批量生产及商业化应用具有实际意义。

相关研究成果以*Detecting single infrared photons toward optimal system detection efficiency*（《最优效率红外单光子探测》）为题，在线发表在*Optics Express*
上，博士研究生胡鹏为论文第一作者，副研究员李浩和尤立星为论文的通讯作者。研究工作得到国家重点研发计划项目“ 高性能单光子探测技术 ”、国家自然科学基金、上海市科委量子专项、上海市启明星、上海市优秀学术带头人、中科院青年创新促进会等的支持。

论文链接

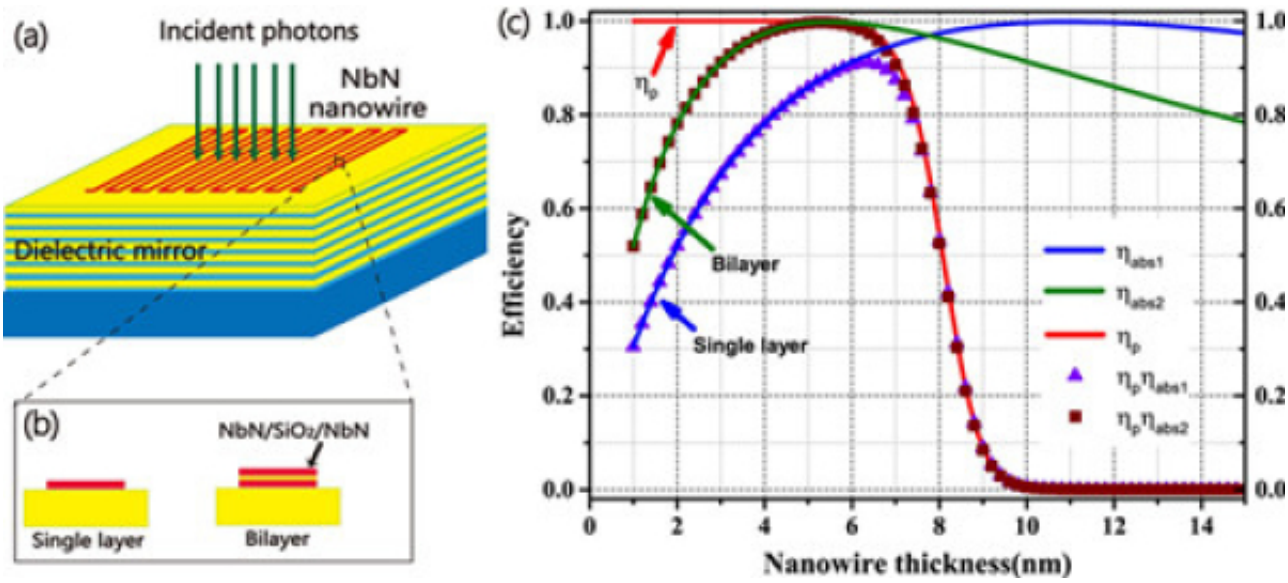


图1.（a）器件架构示意图；（b）传统单层纳米线与本文中的三明治结构纳米线；（c）器件光子响应和光学吸收的制衡关系

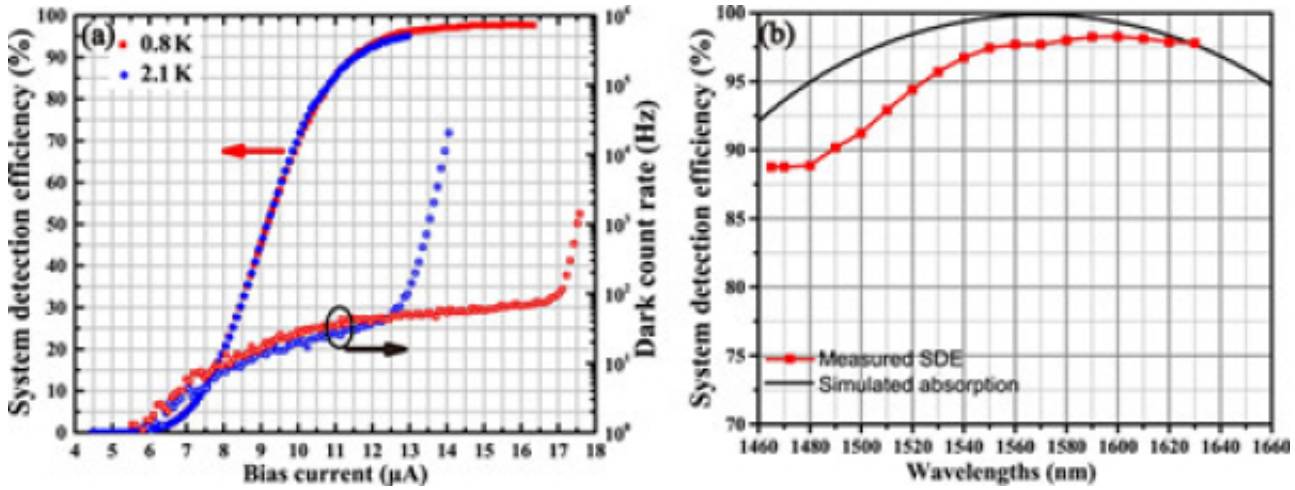


图2.（a）器件效率随偏置电流变化关系；（b）器件在不同波段下的探测效率和仿真结果

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