科学家首次实现基于二维电子器件与系统的在轨验证

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/38066.html

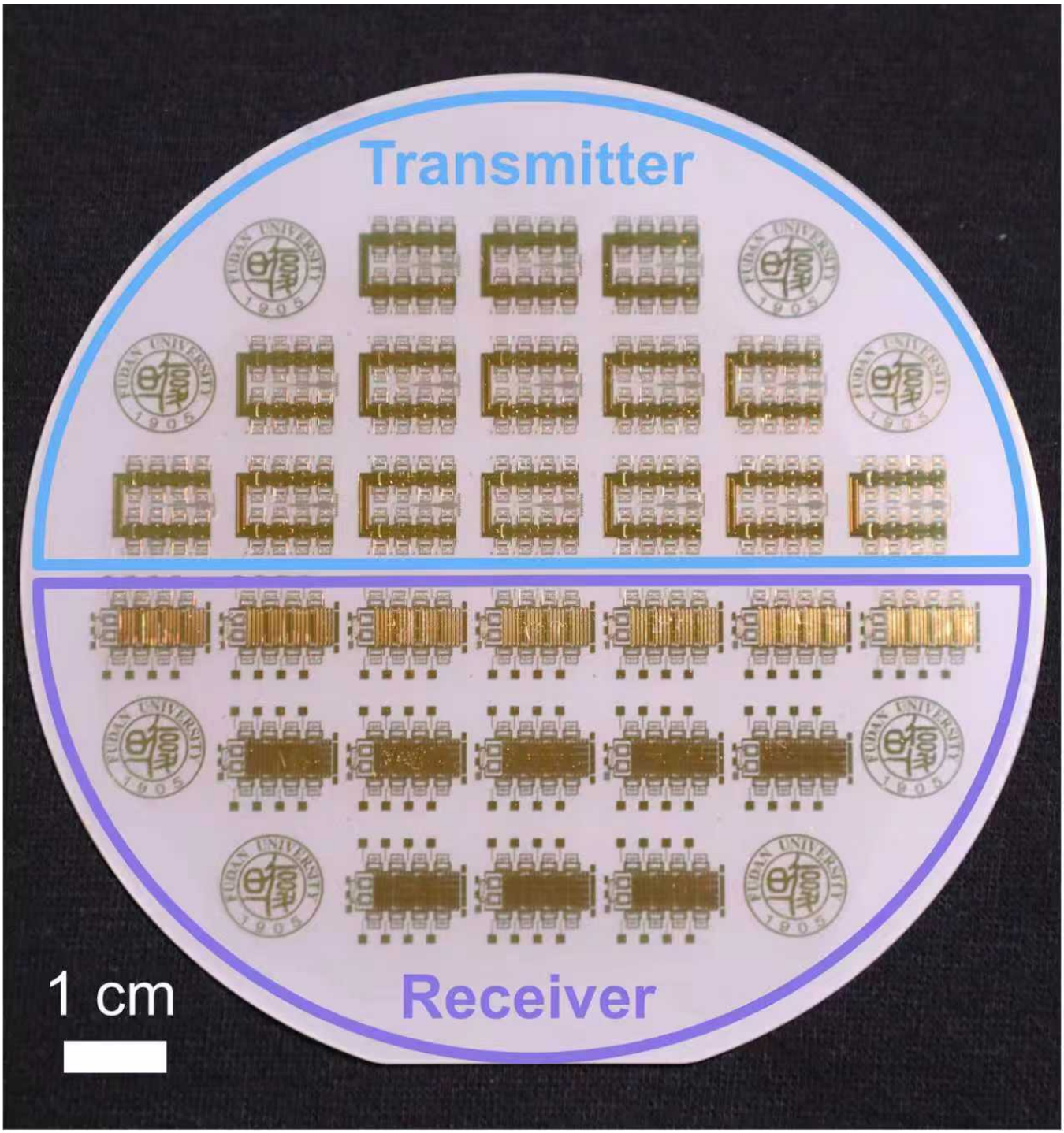
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家首次实现基于二维电子器件与系统的在轨验证。复旦大学集成电路与微纳电子创新学院副教授马顺利、教授周鹏团队研制的青鸟原子层半导体抗辐射射频通信系统，依托复旦一号（澜湄未来星）卫星平台，在国际上首次实现基于二维电子器件与系统的在轨验证，奠定了二维电子系统在前沿空间任务中的独特竞争力，并开辟了原子层半导体太空电子学的创新领域。1月29日，相关研究成果发表于《自然》。

高性能通信系统是太空任务的关键纽带。然而在太空中，高能粒子、宇宙射线等空间辐射无处不在，极易引发电子器件性能退化甚至灾难性故障，严重威胁航天器在轨寿命。一旦电子系统在太空中失效，几乎无法维修，高昂的替换成本往往令任务难以为继。当前主流的抗辐射方案虽能提升可靠性，却也带来了体积增大、重量上升、功耗攀升等代价。在此背景下，发展兼具小尺寸、超低功耗与本征抗辐射能力的新一代半导体器件与系统，已成为突破空间电子技术瓶颈的关键突破口。

研究团队基于对粒子辐射效应的理论推导，发现原子层级薄的材料在理论上会积累最小的辐射诱导损伤，进而达成空间辐射免疫，表明原子层级二维材料具备天然的抗辐射优势，有望成为构建下一代空间电子系统的理想候选。

研究团队基于成熟的晶圆级二维工艺，设计并制备了4英寸基于单层二硫化钼（MoS2）的抗辐射集成射频发射机-接收机系统，能够应用于星载通信。在轨实验中，该青鸟二维射频通信系统搭载复旦一号（澜湄未来星）卫星成功发射到距地球约517公里的低地球轨道（LEO）。



4英寸原子层半导体抗辐射射频通信芯片。研究团队供图

青鸟系统在轨运行9个月后，传输数据的误码率仍低于10-8，展现了其优异的抗辐射性和长期稳定性。此外，即使在辐射环境更为恶劣的地球同步轨道（GEO）上，该二维星载通信系统的理论在轨寿命预计可达271年，较传统硅基系统提升两个数量级。同时，该系统发射机-接收机链路的功耗不足传统硅基射频系统的五分之一，显著降低了对星上能源的需求，确保在严苛功率预算下仍能维持高性能通信。整体而言，超长寿命与超低功耗两大核心优势，共同奠定了二维电子系统在深空探测、高轨卫星、星际通信等前沿空间任务中的独特竞争力。

值得注意的是，研究团队将复旦大学校歌的原始手稿照片存入青鸟系统的存储器中，并完成了以

复旦大学校歌为信号的太空星内通信传输，最后经卫星天线发射并返回地面站解码后，复旦大学校歌信号复原准确无误。

研究团队表示，这一突破不仅标志着人类向构建高可靠、轻量化太空电子系统迈出关键一步，更有望成为二维材料从实验室走向航天高价值应用的催化剂。展望未来，基于原子层半导体的抗辐射电子技术或将引领二维电子学实现产业化跃迁，在支撑下一代卫星互联网、深空探测乃至地外基地建设的同时，持续吸引全球学术界与产业界的深度布局，加速二维材料走向工程现实。（来源：中国科学报 江庆龄）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-025-10027-9

作者：马顺利等 来源：《自然》

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