

## 空间中心等揭示碳纳米管器件和电路单粒子效应机理

“十四五”和未来我国深空和太阳系边界探测等航天任务实施对宇航用集成电路在恶劣复杂的深空辐射环境下的抗辐射能力提出了严苛要求，元器件的抗辐射能力成为制约深空探测任务设计的关键因素之一。碳基信息电子器件具有高迁移率、超薄、高热导率等优异的物理性能，是下一代先进半导体器件典型代表，也是我国自主可控发展集成电路技术的重要选择。国内外已有研究报道，碳基器件天然具有较强的抗总剂量能力，可满足深空探测任务对芯片寿命达到数年乃至数十年的需求，其有望成为支撑国家航天基础设施抗空间辐射环境高水平应用的核心物质基础。但是针对碳基器件空间应用面临的单粒子辐射问题目前尚未见公开报道，严重制约了碳基器件在空间辐射环境中的布局应用。因此，揭示碳基器件单粒子效应机理和响应特性，提高抗单粒子效应辐射能力使之满足航天工程技术发展需求就成为亟待解决的关键问题。

中国科学院国家空间科学中心太阳活动与空间天气重点实验室副研究员陈睿、研究员韩建伟团队与北京大学电子学院教授张志勇课题组、中科院微电子研究所研究员李博课题组合作，针对碳纳米管晶体管和静态随机存储器单元，利用空间中心自主建立的脉冲激光模拟重离子试验装置、质子与电子加速器和集成电路试验与仿真平台，揭示了碳纳米管场效应晶体管和存储单元单粒子效应损伤机理和响应特性。该研究发现，碳纳米管器件和电路栅区域对单粒子效应敏感，且损伤机制与传统硅器件单粒子敏感体积收集辐射感生电荷不同，单粒子离子受电场作用向源极漂移形成沟道电流（约250ps脉宽的瞬态电流脉冲），空穴在栅介质上累积导致栅电场强度增加是单粒子损伤的主要机制。

相关成果以Ultra-Strong Comprehensive Radiation Effect Tolerance in Carbon Nanotube Electronics为题发表于Small。

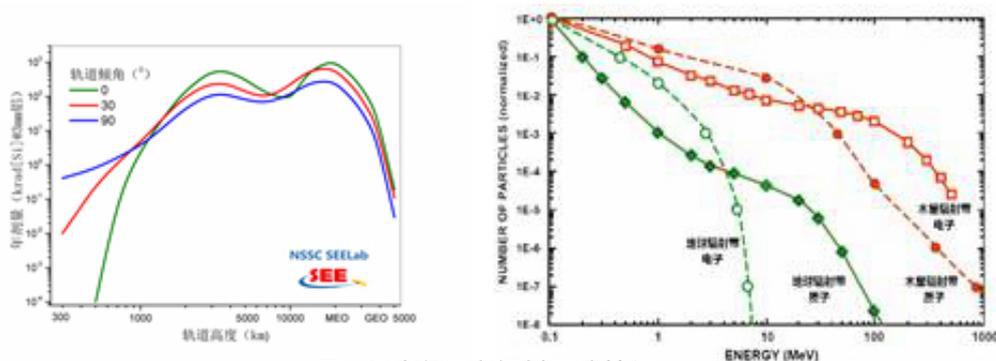


图1 近地和深空辐射环境特征

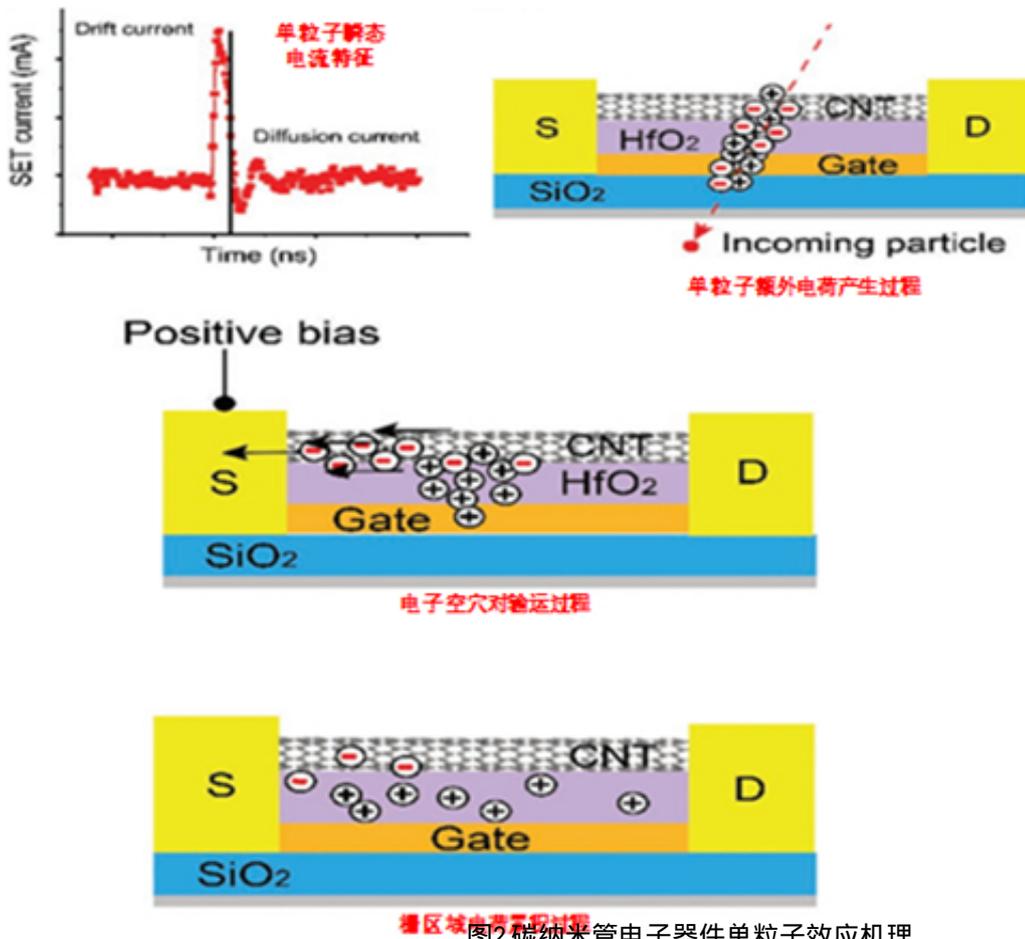


图2 碳纳米管电子器件单粒子效应机理

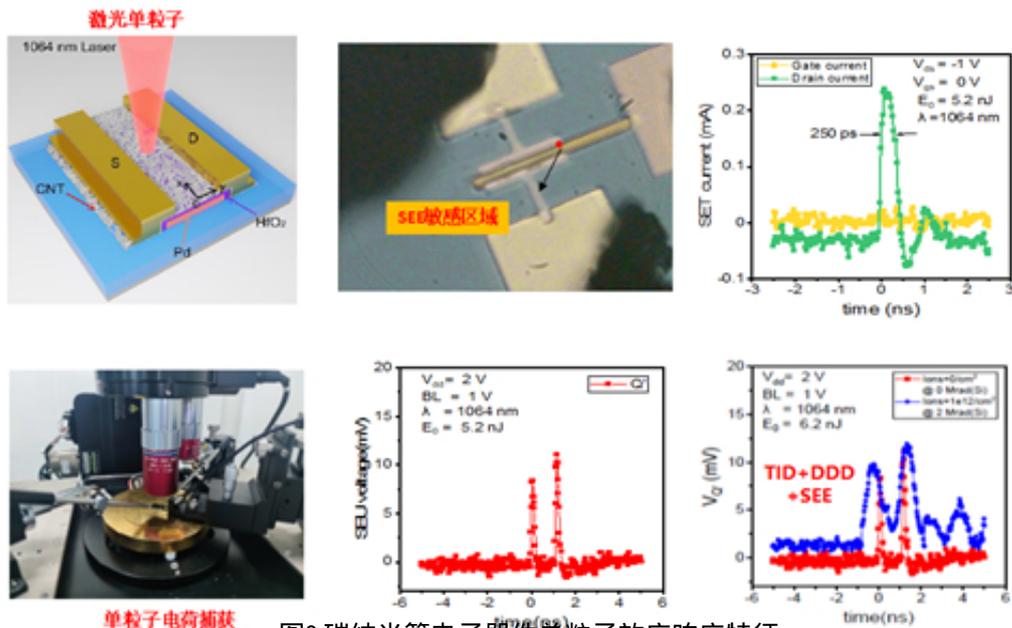


图3 碳纳米管电子器件单粒子效应响应特征

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/188789.html>