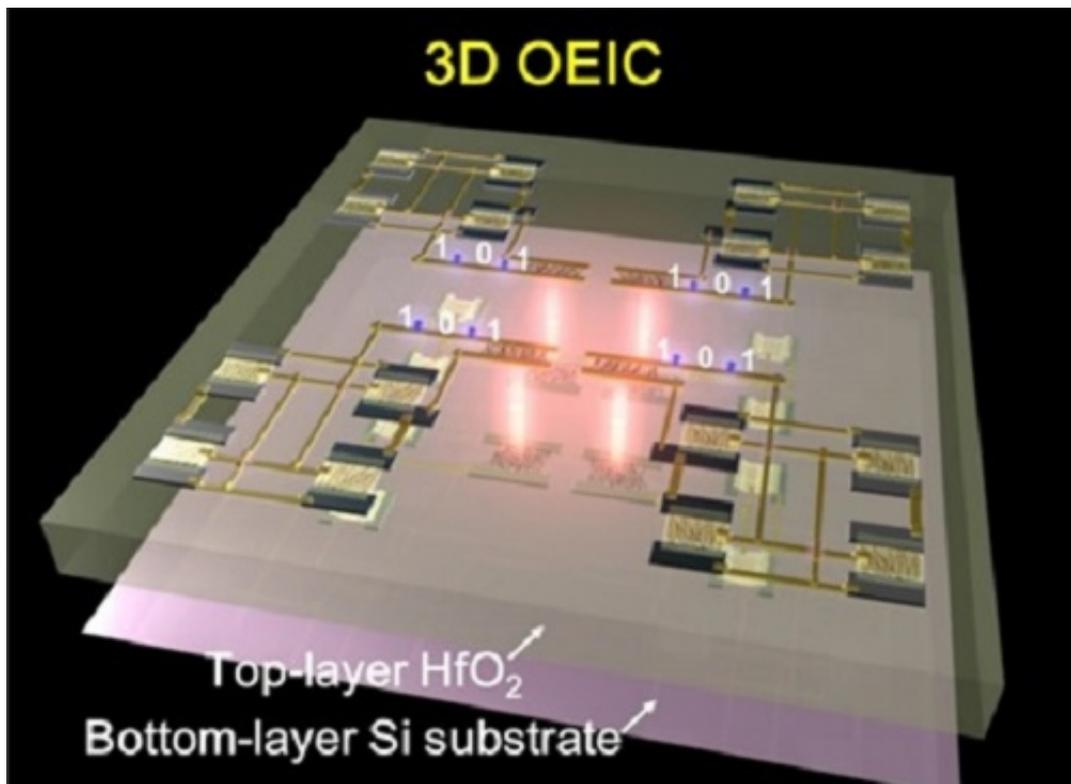


信息科学技术学院教授课题组在碳纳米管三维光电集成研究中取得重要进展

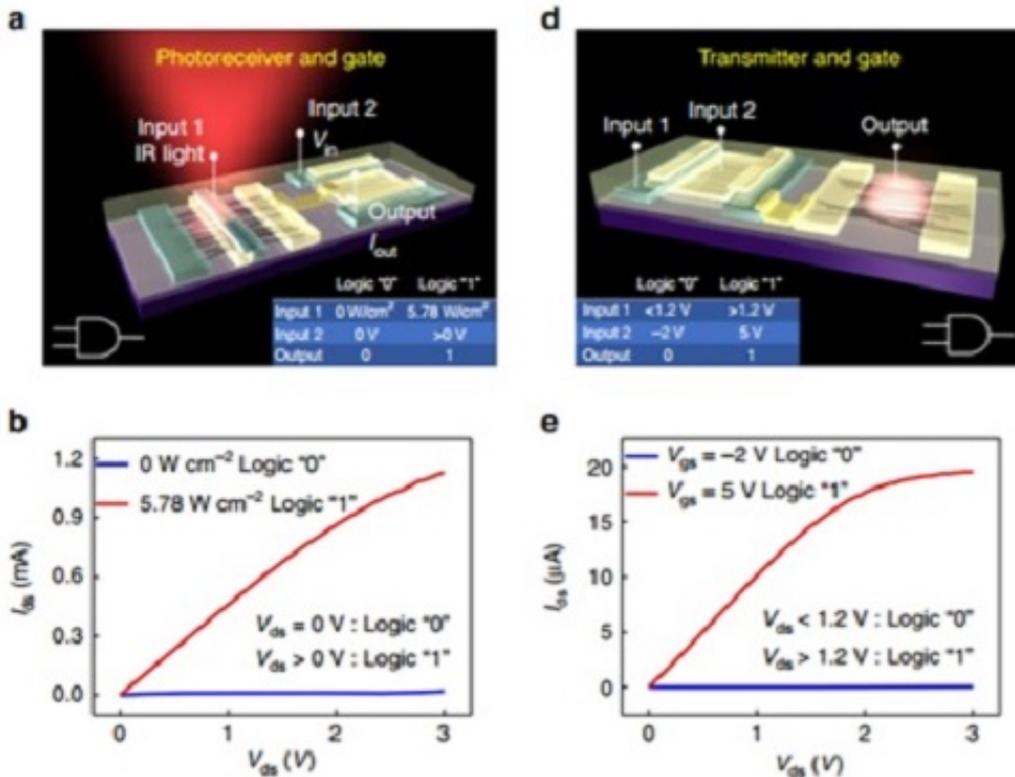
集成电路是新一代信息技术产业的重要组成部分。过去数十年间，按照摩尔定律的预测，随着晶体管尺寸不断缩减，芯片的功能越来越强大、集成度越来越高。然而随着10nm技术节点的接近，因受到物理定律、成本等制约而很难进一步提升。2015年，国际半导体技术发展路线图（ITRS）委员会正式宣布摩尔定律将走到尽头，信息技术进入后摩尔时代。学界和业界一直在探索超越互补金属氧化物半导体（beyond CMOS）架构的方式，片上光互连和三维集成架构成为研究热点之一。

碳纳米管具有尺寸小（1~3nm）、高迁移率、平均自由程长、宽光谱响应等诸多优势，有望实现片上的三维光电集成，因此被认为是后摩尔时代的理想沟道材料，在电子和光电子器件中被广泛研究，然而迄今未见碳管光互连和三维集成架构的相关研究报道。

北京大学信息科学技术学院、纳米器件物理与化学教育部重点实验室彭练矛教授课题组在碳纳米管电子学领域发展了高性能碳管电子、光电子器件的无掺杂制备方法，利用对称电极制备高性能碳管晶体管，利用非对称电极实现碳管光电二极管和发光二极管。与此同时，采用相同工艺在基底上制备电子和光电子器件，克服了传统材料中电子与光电子器件制备工艺不兼容的难题，通过引入“虚电极”的光伏倍增效应，有效提高碳管光电二极管的开路电压输出（9级级联的碳管光电二极管开路电压输出可以倍增到高于2V），从而实现了对外级晶体管器件的静电控制。



此外，课题组利用碳管晶体管高效控制手性富集的碳管发光器件，实现了基于“trion”发光机制的碳管光发射机；利用碳管光接收器和碳管光发射机实现了光电混合集成的“与”逻辑门；进一步首次实现了光伏模式的碳管单片三维堆叠的光电集成回路，其纵向集成尺度在亚30nm量级；在此基础上提出了基于channel-division-multiplexing（CDM）的互连架构，顶层存储器中的数据可以电信号的方式被传送到顶层的碳管光发射器，再以光信号的方式被平行映射到底层的碳管光接收机中转化为电信号，随后由底层的碳管电路处理，为超越CMOS架构提供了有价值的参考。



基于碳管光接收器和光发射机的光电混合集成的“与”逻辑门

基于该项工作的学术论文以《碳纳米管三维单片光电集成系统》(Carbon nanotube-based three-dimensional monolithic optoelectronic integrated system)为题,于2017年6月8日在线发表于《自然·通讯》(Nature Communications, DOI: 10.1038/ncomms15649)。前沿交叉学科研究院博士研究生刘旻为论文第一作者,彭练矛为通讯作者。

以上研究得到国家重点研发计划、国家重大科学研究计划、国家自然科学基金等资助。中国科学院物理研究所刘华平研究员为相关实验提供了手性富集的碳纳米管材料。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/109833.html>