
高电导线性度Ga₂O₃基日盲紫外光电突触

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37399.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！

高电导线性度Ga₂O₃基日盲紫外光电突触。 导读

随着人工智能和物联网技术的迅猛发展，传统基于冯·诺依曼架构的视觉系统已难以满足实时图像处理的需求。神经形态视觉系统（NVS）通过模拟人眼与大脑的协同工作机制，将传感、存储与计算融为一体，成为突破计算瓶颈的关键技术。深紫外（DUV）光因其在大气层中被强烈吸收、环境干扰极小的特性，在导弹预警、环境监测和指纹识别等军事与安全领域具有不可替代的优势。然而，现有DUV光电突触受限于载流子快速复合问题，难以实现高精度神经形态计算。

开发高性能DUV神经形态视觉系统面临两大核心挑战：一是超宽带隙半导体中光生载流子的快速复合导致电导状态数量严重不足；二是突触权重更新的非线性问题显著降低图像识别准确率。尽管通过构建异质结或引入压电效应等方法可提升器件响应度，但往往以牺牲线性度和状态数为代价，制约了DUV-NVS的实际应用。

东北师范大学徐海阳教授团队突破传统思路，设计出GTO/Al/HfO_x级联异质结结构。该设计通过异质结内置电场分离电子-空穴对，并利用HfO_x肖特基势垒捕获空穴实现增益效应，一举解决了载流子复合与非线性更新的双重难题。该研究成果近日发表于国际顶级学术期刊《Light: Science Applications》，题为Ultra-Highly Linear Ga₂O₃-based Cascade Heterojunctions Optoelectronic Synapse with Thousands of Conductance States for Neuromorphic Visual System。

研究背景

随着人工智能与物联网技术的迅猛发展，基于冯·诺依曼架构的传统视觉系统面临实时处理瓶颈。神经形态视觉系统通过模拟生物视觉的传感-存储-计算一体化机制，成为突破这一瓶颈的关键。深紫外光因大气吸收强、噪声干扰极小，在导弹预警、指纹识别等领域具有独特优势。然而，现有深紫外光电突触受限于载流子快速复合及非线性权重更新，导致电导状态不足与识别精度下降。尽管异质结或压电效应等策略可提升响应度，却往往牺牲线性度与状态数。

创新研究

研究团队通过创新的GTO/Al/HfO_x级联异质结设计，在三个关键维度实现了突破。首先，在光电响应性能方面，器件展现出 6.5×10^4 A/W的超高响应度，较传统DUV传感器提升300倍，同时具备 6×10^5 的光暗电流比和0.992的线性拟合系数，为高精度神经形态计算奠定了基础。其次，在存储能力上，该突触首次实现了4096个电导状态，创造了光电突触的新纪录，并通过稳定的响应特性支持复杂的模拟计算。此外，器件成功模拟了生物突触的双脉冲易化和脉冲频率依赖可塑性等

关键特性，在循环测试中展现出小于5%的权重波动，体现了类脑计算的可靠性。

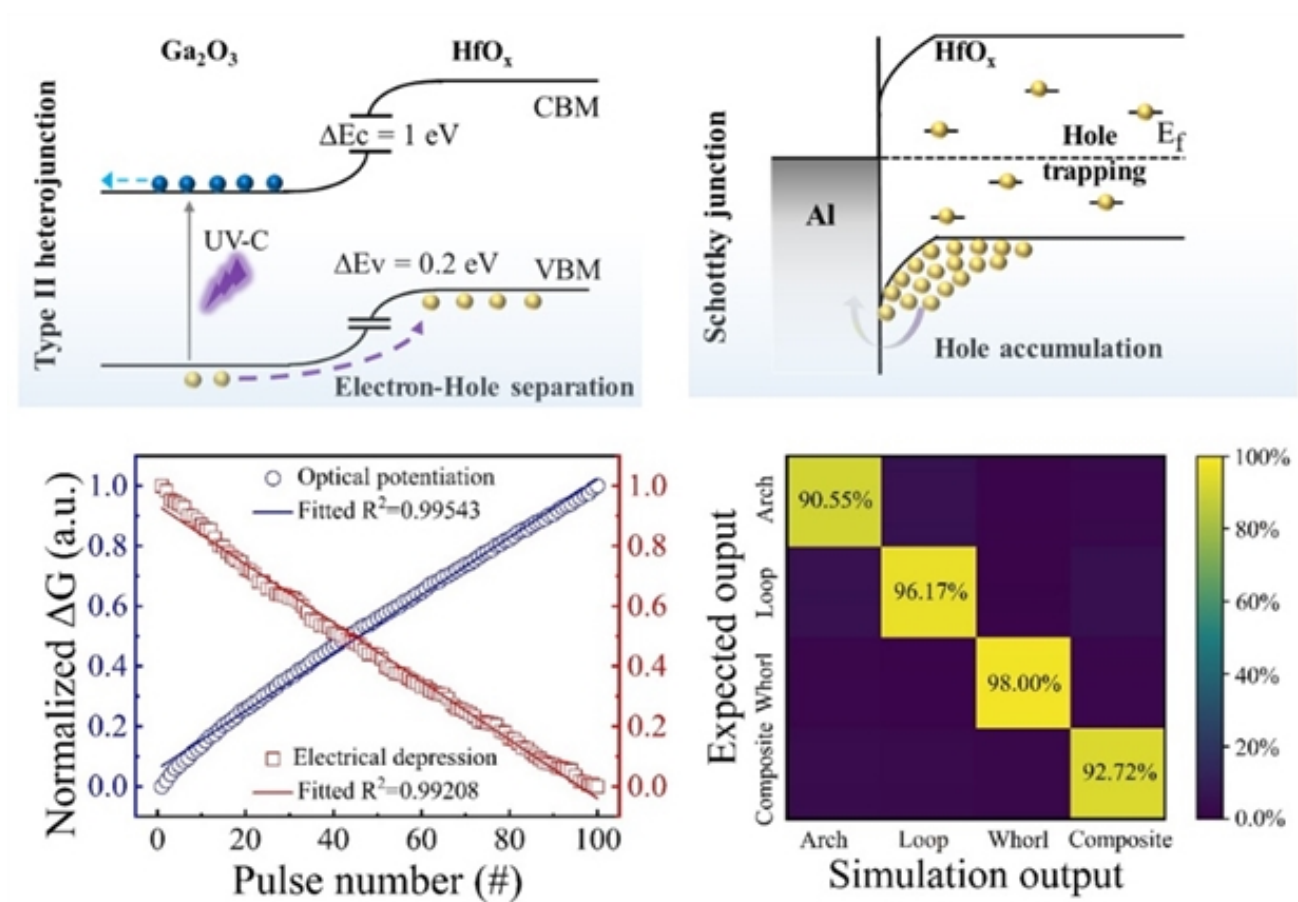


图1. GTO/Al/HfOx级联异质结设计及电导调节线性度与指纹识别精度。

这项突破性技术已在多个领域展现出广阔的应用前景。在军事安全方面，其优异的DUV响应特性可应用于导弹紫外预警和隐蔽目标识别系统；在公共安全领域，实现了99.6%准确率的指纹分类能力；在智能计算方面，则成功演示了光驱动逻辑门和原位算术运算等创新功能。

总结与展望

展望未来，这项技术不仅解决了材料本征问题，促进了超宽带隙半导体在仿生视觉领域的发展。通过开发集成方案并实现原型系统示范，有望推动DUV神经形态视觉系统在无人侦察、边缘计算等场景的实用化。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01897-9>

作者：徐海阳等 来源：《光：科学与应用》

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](http://www.iikx.com)转发