

金属所双重功能光电子器件研究取得进展

光电探测器和神经形态视觉传感器作为两种典型的光电子器件，在光信息的感知和处理方面具有重要作用。光电探测器具有快速的光响应和高灵敏度，适用于光学传感、通信和成像系统等领域。而神经形态视觉传感器受人眼视觉系统的启发，能够感知、存储和处理光信号。两种光电子器件各具特点且功能互补。因此，若能在单个器件上实现光电探测器和神经形态视觉传感器的集成，并按应用场景进行切换，将提高光电子器件的集成度并拓宽其应用领域。然而，由于两者光响应速度存在的矛盾，使得在单个器件上同时实现这两种器件的功能集成变得尤为困难。

为解决上述问题，中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心联合研究部副研究员张兴来等，构筑了一种沟槽桥接GaN/Ga₂O₃/GaN双异质结阵列器件。通过调节Ga₂O₃中氧空位的电离和去电离过程，器件在低电压和高电压下分别表现出易失性和非易失性光电流。也就是说，仅通过改变工作电压的大小，即可在单个器件上实现光电探测和神经形态视觉传感器两种角色的转换。该器件在低电压作为光电探测器工作时，展现出很快光响应速度（118 μs）和很高的比探测率（1.13 × 10¹¹ Jones），并实现了光控逻辑电路、光电成像和光通信等复杂功能。而器件在高电压作为神经形态视觉传感器工作时，实现了包括双脉冲易化、短程可塑性到长程可塑性的转变、经验学习行为以及图像记忆等神经突触特性的模拟。此外，经过器件对图像的神经形态预处理后，图像的识别效率提高了62.4%。这一研究不仅为在单个器件上同时实现光电探测器和神经形态视觉传感器的各种先进功能提供了新方法，而且为实现机器人视觉系统和神经形态计算提供了可能。

近日，相关研究成果以Dual-mode conversion of photodetector and neuromorphic vision sensor via bias voltage regulation on a single device为题，发表在《先进材料》（Advanced Materials，DOI: 10.1002/adma.202308090）上。

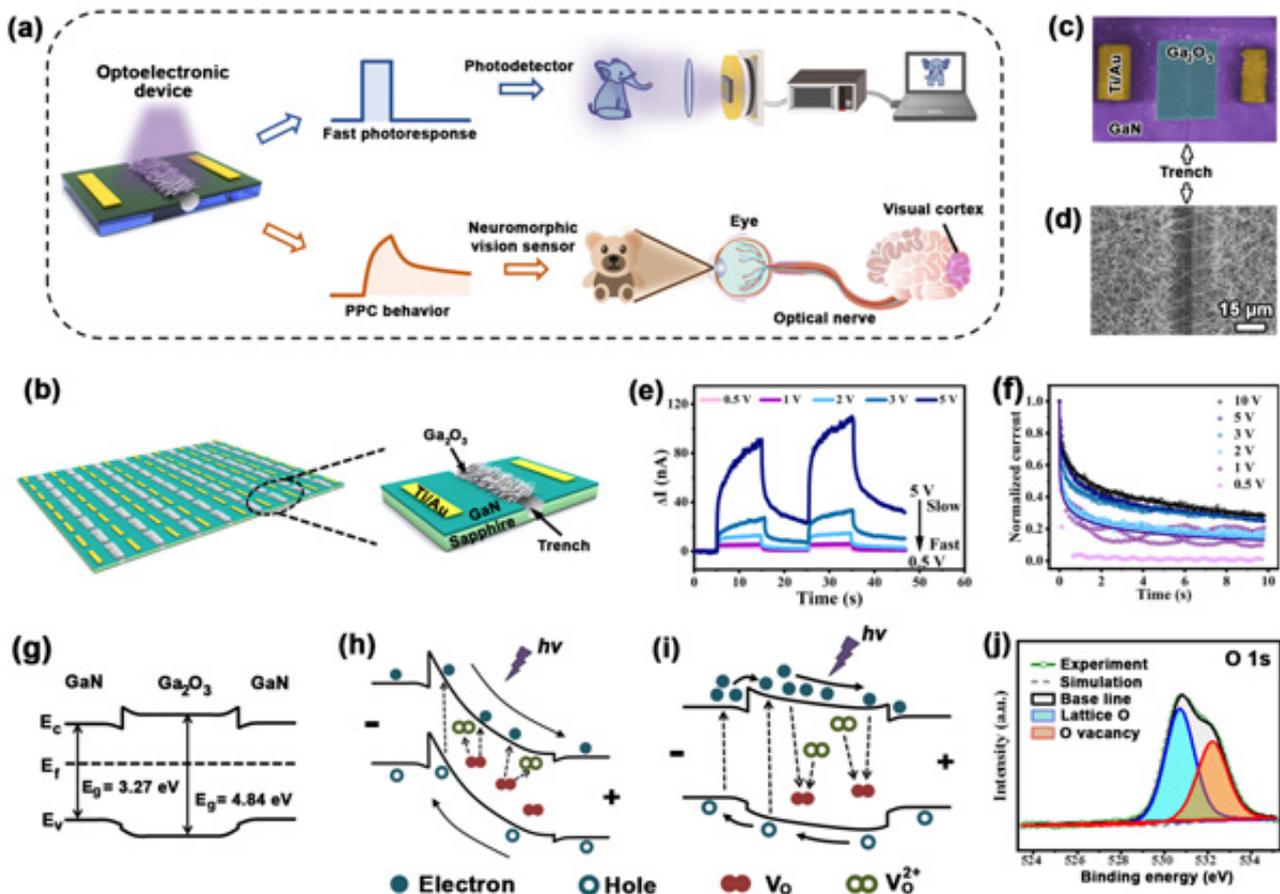


图1. 器件的设计概念、结构和特性。(a) 根据光响应速度特性对光电器件的功能分类示意图。(b) GaN/Ga₂O₃/GaN阵列器件示意图。(c) 器件和(d) 沟槽桥接Ga₂O₃纳米线的SEM图像。不同偏置电压下器件的(e) 瞬态光响应以及(f) 光电流衰减拟合曲线。异质结的能带结构示意图：(g) 无光照和偏压，(h) 紫外光照和高偏置电压，(i) 紫外光照和低偏置电压。(j) 异质结中O 1s的XPS能谱。

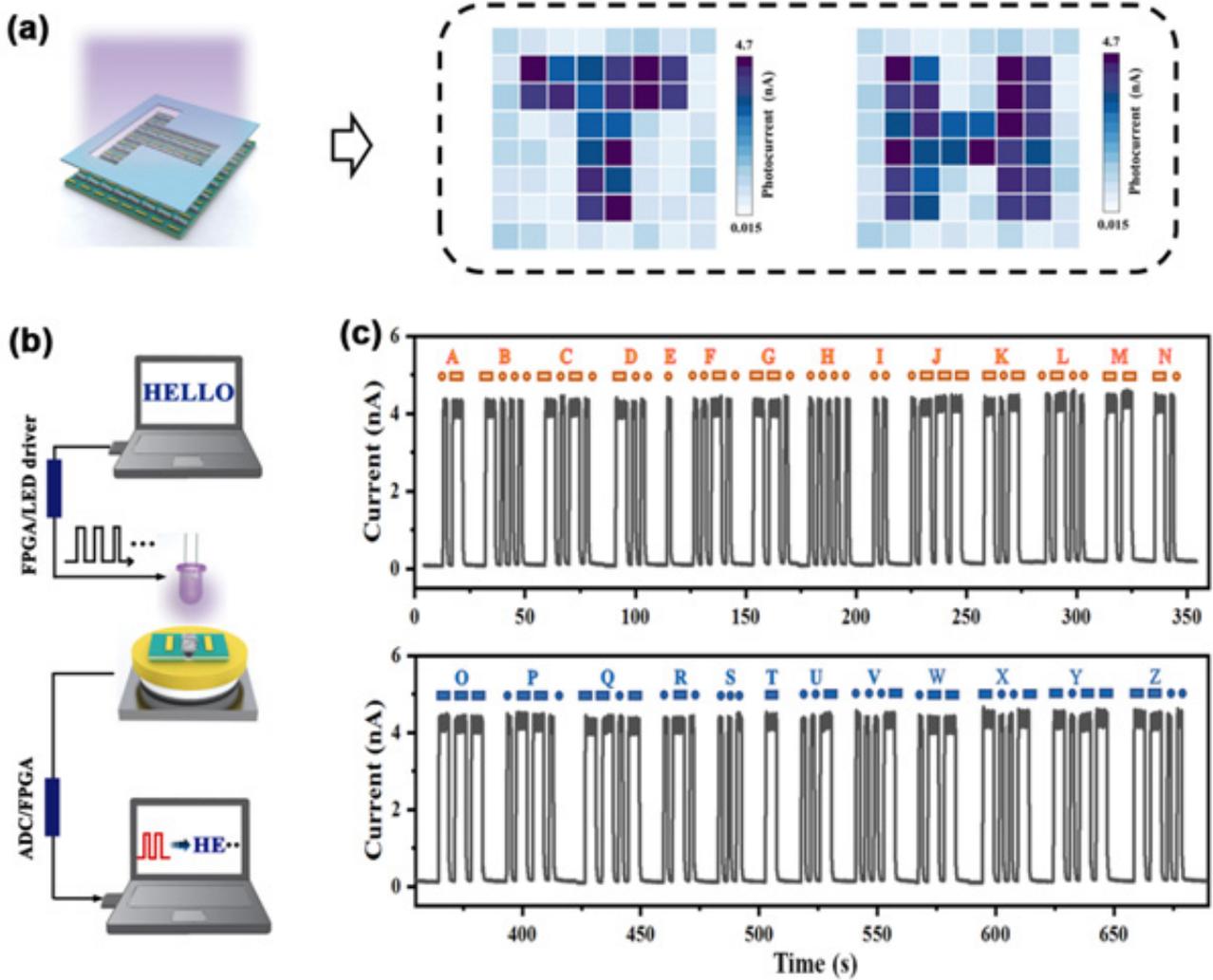


图2. 器件作为光电探测器的功能化应用。(a) 器件的成像原理图以及所获得的成像字母；(b) 光通信系统的原理图；(c) 基于该器件实现的摩尔斯电码传输。

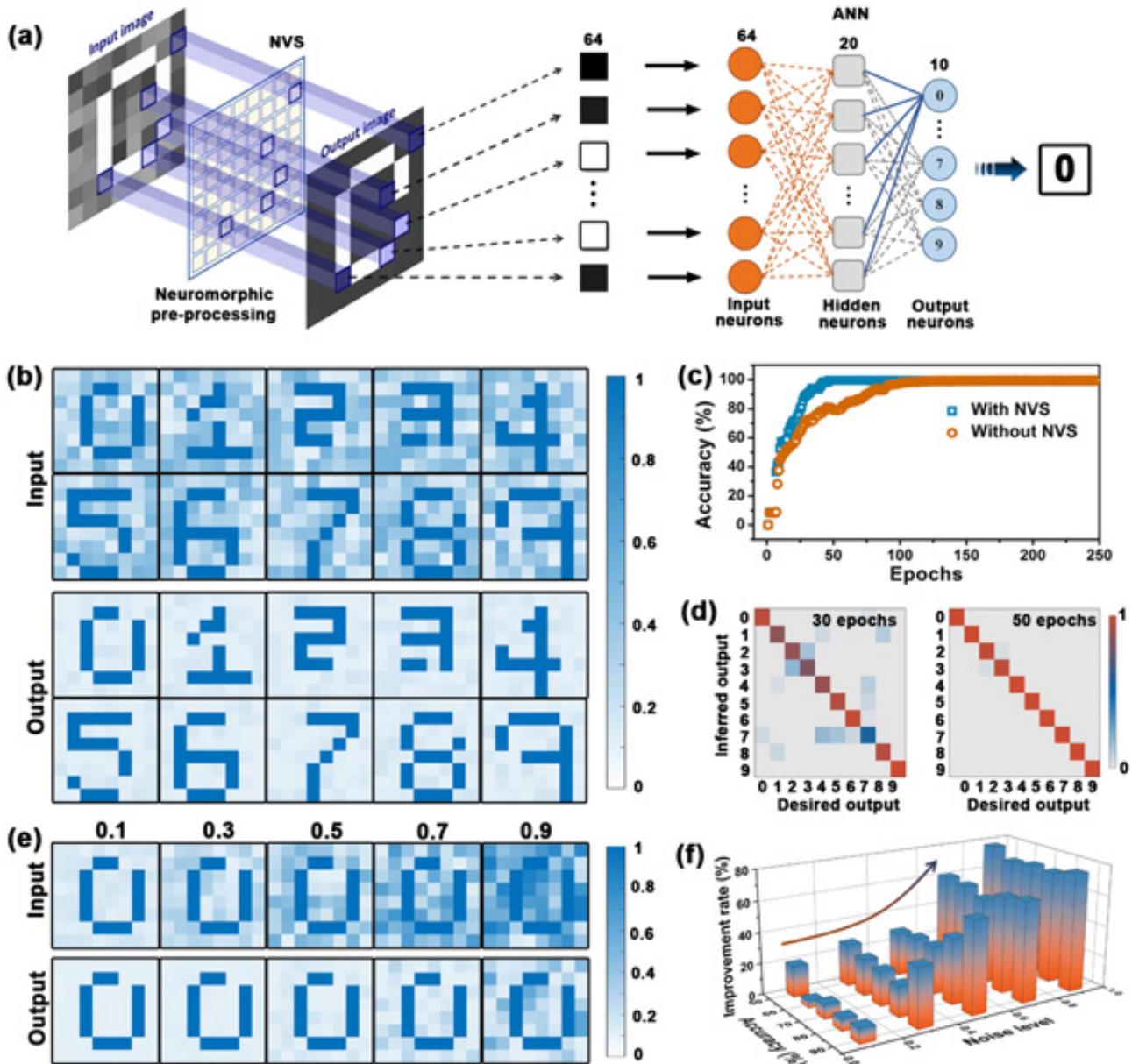


图3. 器件作为神经形态视觉传感器的图像预处理和识别功能。(a)用于图像预处理和识别的人工神经形态视觉系统的示意图；(b)器件降噪前后的数字图像；(c)器件降噪前后的图像识别率曲线；(d)图像训练结果的混淆矩阵；(e)在不同背景噪声水平(0.1-0.9)下进行图像预处理前后的数字图像；(f)背景噪声水平对图像识别率提升效果的影响。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/202464.html>