

物理所实现光致VO₂非易失相变及智能光电传感应用

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18286.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！

传统的人工智能视觉系统各功能组件在物理上的分离，导致数据访问的延迟以及相对较高的功耗。人类从外界获取信息的途径约80%依赖于视觉，视网膜可以探测到光刺激，且可以进行初步的光信号处理，这种高效的视觉感知和认知学习过程启发了未来人工视觉系统的发展。在此背景下，集感知、存储、计算功能于一体的神经形态智能光电传感器件已成为近年来的前沿研究热点。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心光物理重点实验室研究员金奎娟与中科院院士杨国桢带领的L03组，致力于激光分子束外延方法制备功能氧化物薄膜、物态调控及器件应用的研究。该课题组副研究员葛琛围绕新型氧化物光电薄膜和智能光电传感物理的基本科学问题，探索开展了氧化物神经形态智能光电传感器件研究（*Nano Energy*, 89, 106439, 2021）。近日，该团队提出了一种基于紫外光辐照/电解质调控VO₂非易失相变的新型神经形态光电传感器，器件展现出良好的线性度、保持特性、硅基兼容性，构建了人工神经网络并演示了图像识别等功能。

二氧化钒（VO₂）是典型的强关联氧化物，存在多种同分异构相以及氧含量的细微差异导致的丰富VO_x相，研究显示通过电场、光场、压力场等外场调控可以实现相与相之间转换。科研团队采用激光分子束外延方法生长了高质量的VO₂/Al₂O₃薄膜，将其制备成光电晶体管结构并进行光电测试。研究发现VO₂薄膜在紫外光辐照下发生了非易失变化，而在可见光照射下只有瞬态的光电响应。加大紫外光辐照剂量甚至可以诱导VO₂非易失相变，由绝缘单斜相向金属金红石相转变。系列表征结果表明，这主要由于紫外光辐照在VO₂薄膜中产生了氧空位，而光子能量低于其氧空位激活能的可见光只产生瞬态的光电响应。在复位过程中，基于团队此前在电解质调控界面离子输运方向的研究【*Adv. Mater. Interfaces*, 2, 1500407 (2015)；*Adv. Mater.*, 30, 1801548 (2018)；*Adv. Mater.*, 31, 1900379 (2019)；*Adv. Funct. Mater.*, 29, 1902702 (2019)；*Nano Energy*, 67, 104268 (2020)】，提出了利用电解质门控的方法将氧离子插入到氧缺失薄膜的方案。因此，通紫外光

辐照和电解质调控VO₂

中氧的脱出/嵌入，可以实现对其电导的可逆非易失性调控，进而设计了智能紫外光电传感器件。

此外，科研团队在硅晶圆上通过

磁控溅射技术生长了大面积VO₂

薄膜，并将其制备成神经形态传感器件阵列。研究随机抽取其中100个器件进行测试，证明了薄膜展现出良好的均匀性。在硅晶圆上生长的VO₂

薄膜具有与外延生长的VO₂

薄膜类似的光致非易失相变特性和多态可逆调控特性，证明了该新原理器件具有大规模集成潜力。进一步研究显示，沟道电流非易失变化与紫外线照射剂量呈现近似线性的关系，这为未来的应用打下了良好基础。近期，研究证明了VO₂在柔性智能光电传感器件应用的可能性（[Advanced Functional Materials](#)）。

研究基于新型的VO₂

神经形态光电传感器件构建了人工神经网络并对标准的MNIST手写数字图像进行识别，该神经形态紫外光电传感器件可以对随机引入RGB高斯噪声的图像进行预处理，并选择性识别其中包含的紫

外信

息。对于

包含RGB高斯噪声的

图像，识别准确率仅达到24%。相比之下

，利用基于VO₂

的神经形态光电传感器对紫外光信息进行预处理后，图像的识别准确率达到93%，与原始MNIST图像的识别准确率相同。

本研究将传统红外光学材料VO₂

的应用拓展到紫外智能光电传感领域，为近传感器计算/传感器内计算设计提供了新选择。相关研究成果以[Photo-induced non-volatile VO₂ phase transition for neuromorphic ultraviolet sensors](#)为题，发表在《自然-通讯》（*Nature Communications*）上，并被推荐为Featured

Articles。此外，该成果被《自然-电子学》（*Nature Electronics*）以[Vanadium dioxide remembers the light](#)为题做了高亮报道（Research Highlights）。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中科院青年创新促进会等的支持。

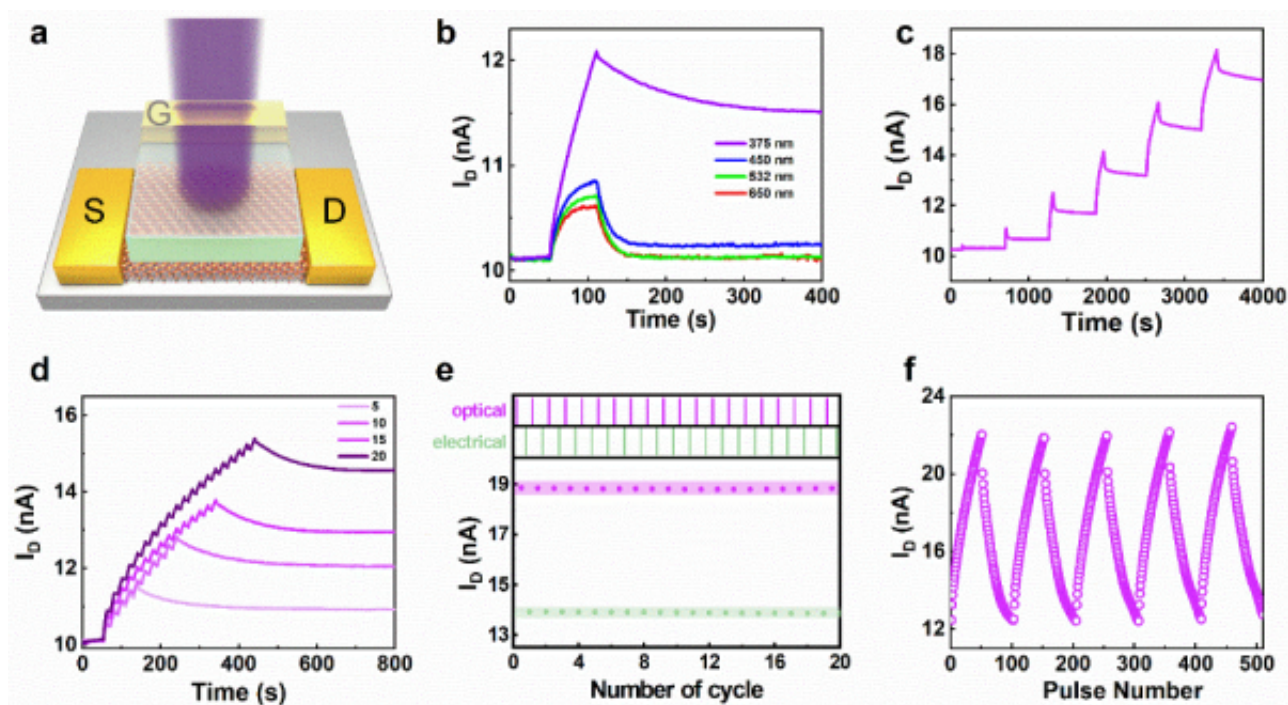


图1.紫外光辐照/电解质门控实现了 VO_2 的非易失性可逆调控

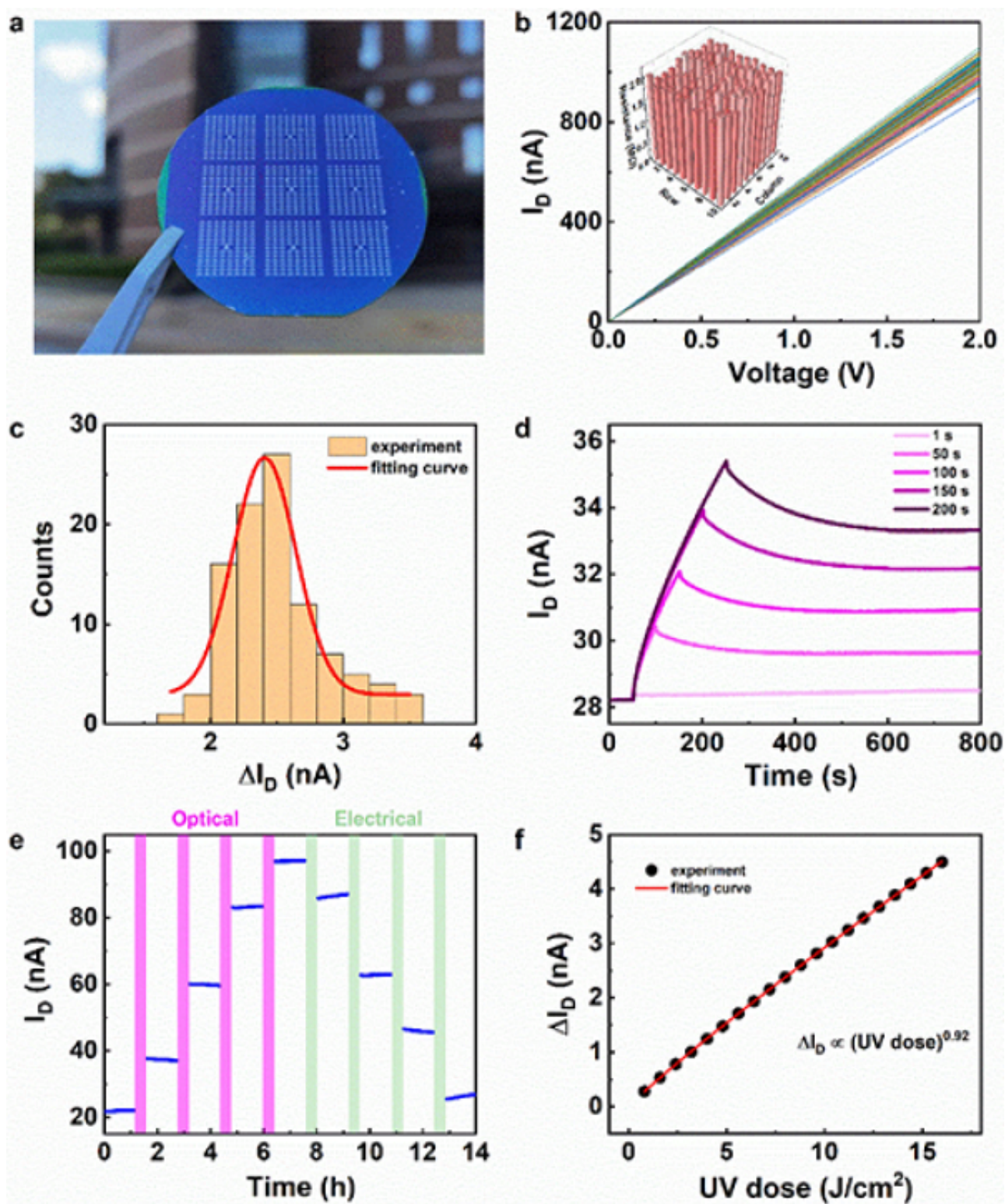


图2.硅晶圆上生长的 VO_2 薄膜器件性质

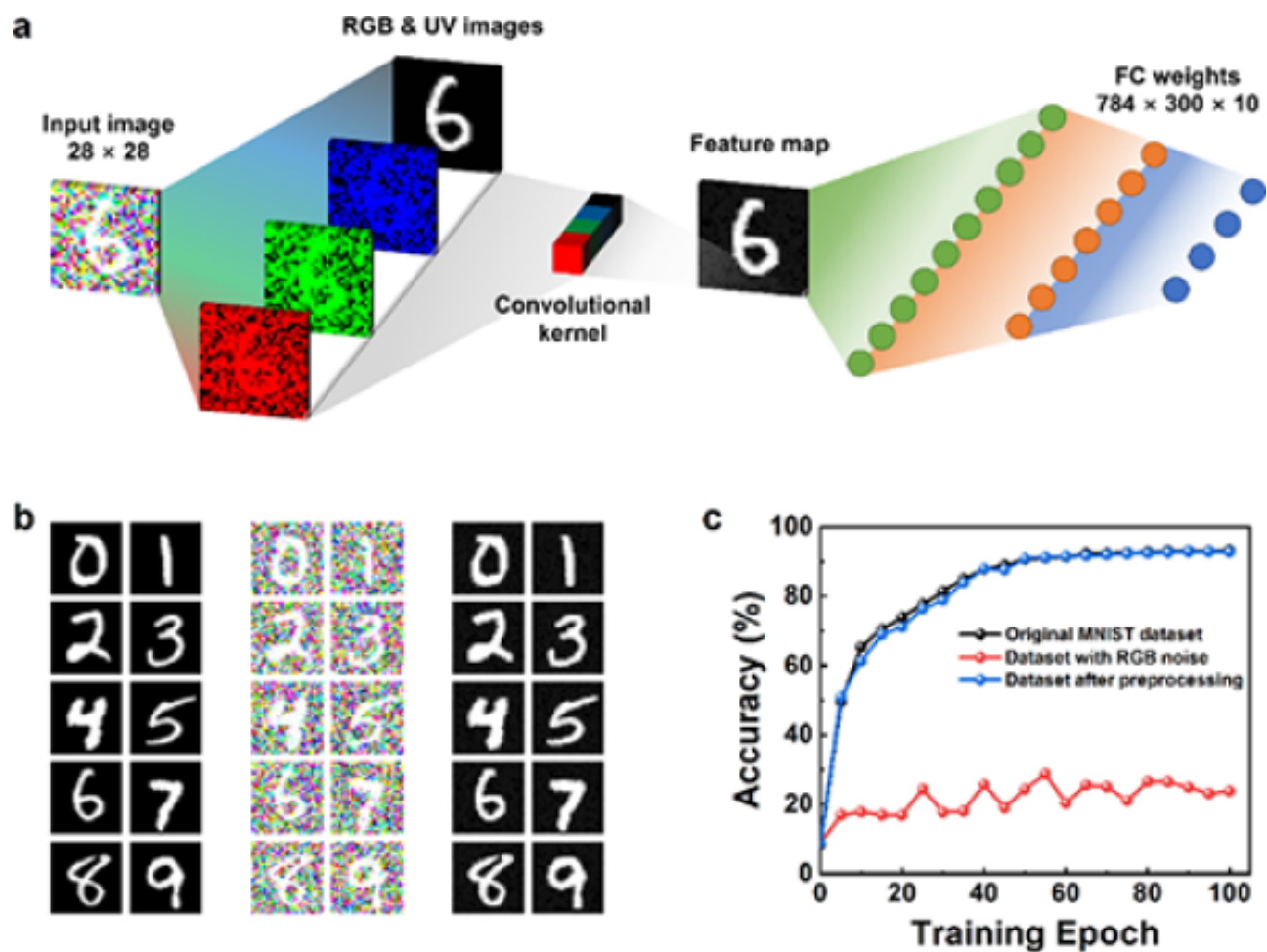


图3.基于VO₂的神经形态紫外光电传感器件构建的人工神经网络进行图像识别演示

研究团队单位：物理研究所

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](https://www.iikx.com)转发