
面向感存算一体视觉感知的光电忆阻器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22409.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！

面向感存算一体视觉感知的光电忆阻器。 分立式构架的瓶颈

高动态自主决策是仿生智能感知的核心，其发展依赖于高效率的信息获取和处理能力，然而当前的智能感知技术基于图像获取、存储与计算的分立式构架，使得图像数据在各层级之间进行大量的搬运，降低了数据的处理速度，同时产生了大量的功耗。

图 1：分立式构架的智能感知技术。

感存算一体器件模拟人类视网膜和大脑的工作方式，利用神经网络算法对图像信息进行并行处理，基于光电流计算和基尔霍夫定律实现乘累加运算。一方面，为了抑制暗电流对神经网络计算的影响，并降低器件功耗，出现了栅压调控二维半导体极性并实现可重构短路光电流的相关工作。然而，为获得极性可调的神经形态光电器件，沟道材料必须非常薄，导致了较低的量子效率，影响了计算的精度。另一方面，为实现光响应率的本地寄存，需要集成浮栅、铁电等复杂结构，增加了集成的难度和成本。二端忆阻系统与生物突触具有内在相似性，基于忆阻系统的交叉阵列可以在硬件层面高效完成神经网络乘累加运算。通过在忆阻系统中引入光电材料，利用电荷/光通量调控光生载流子的输运特性，使得忆阻系统在电导率、光响应率参量方面具有高度的可调特性。

全二维光电忆阻器

针对以上关键问题，国科大杭州高等研究院、中科院上海技术物理研究所胡伟达、苗金水团队提出了一种基于简单二端结构的光电忆阻器，实现了零偏下通过电荷/光子通量有效调控的可重构光响应及其本地寄存，为感存算一体化集成技术的发展奠定了器件基础。新型光电忆阻器器件基于全二维的石墨烯/氧硫化钼/石墨烯结构，由于光激发载流子和氧离子的耦合，导致光照下电流-电压特性的位移滞后效应，展示出极高的可调短路光电流和非易失性光响应等优异性能，以及良好的耐受和保持特性。

图 2：光电忆阻器的多光响应态调控。

研究团队通过原位拉曼表征，厘清了石墨烯电极氧化还原对器件几何非对称性的影响机理。通过 Sentaurus-TCAD 模拟，阐述了几何非对称性对电导调制以及短路光电流可重构的变化机制；通过更换不易氧化的惰性电极验证了光响应切换的工作原理。突破了电导/光电导可调的忆阻器的局限性，制备了结构简单、性能优异的短路光电流可重构新型光电器件。

图 3：(a) 光照下器件滞回曲线。(b-c) 不同光响应态下原位拉曼数据。

Photoresponse-stateful 布尔逻辑

研究团队基于研制的感存算一体器件不仅构建了类视网膜图像预处理卷积核以及光电单层感知网络，实现了图像的预处理和图像识别任务，还首次提出了以光响应态本身作为输入和输出的 photoresponse-stateful 布尔逻辑。通过电路设计，实现了计算完备的实质蕴涵（IMP）和非（FALSE）操作。

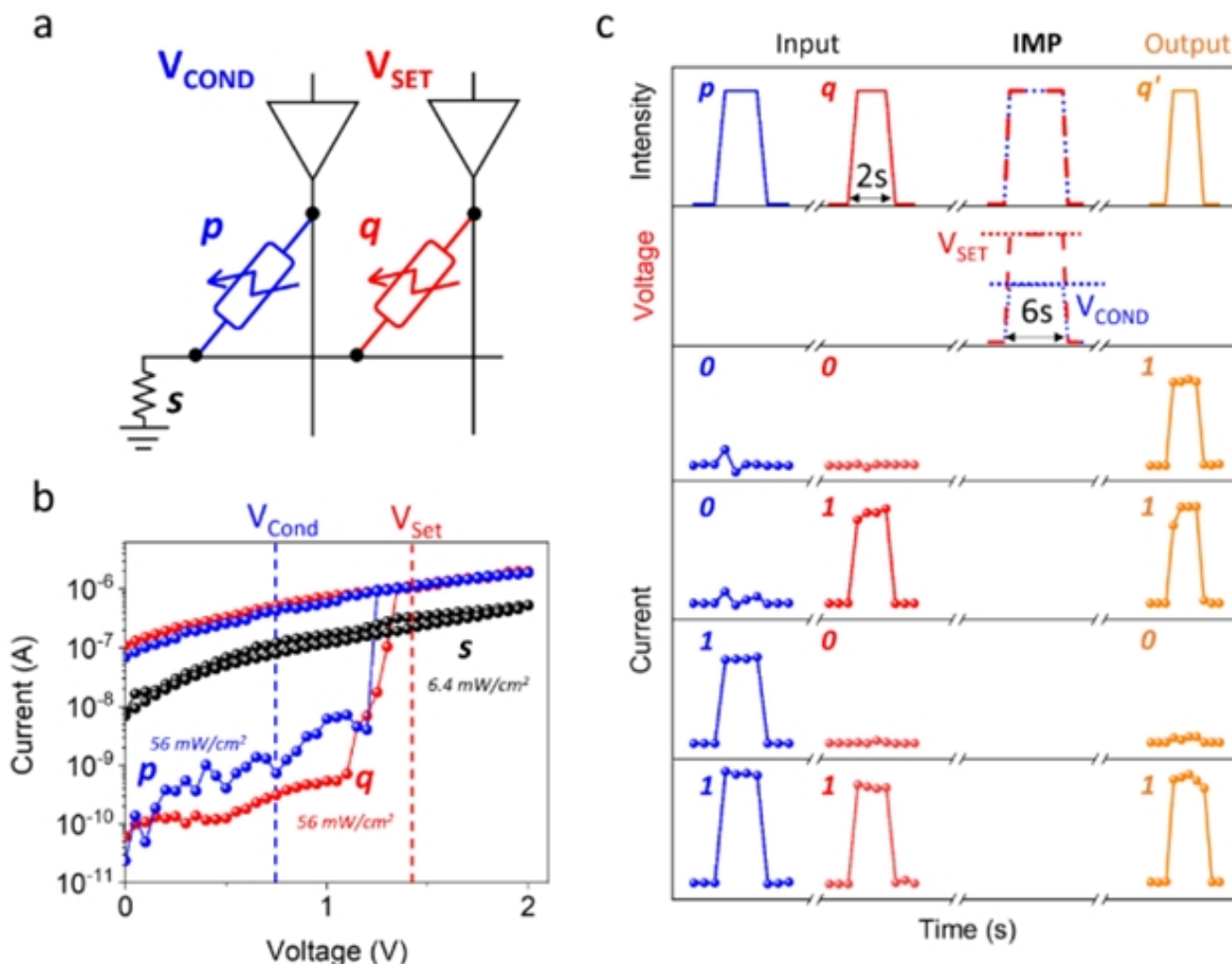


图 4: (a) 基于一组由光刺激触发的 IMP 操作示意图。(b) 器件 s、p 和 q 在不同光强照射下的滞回曲线。(c) 用于 IMP 操作的光脉冲和电脉冲图。蓝色和红色曲线显示了器件 p 和 q 在 IMP 操作之前和期间的光和电信号，橙色曲线显示了 IMP 操作后光响应状态的变化，再现了 IMP 真值表。

本工作构筑了光响应率可重构的感存算一体器件，同时二端结构具有高集成、非易失性等优点，可应用于神经形态视觉、图像识别以及光电联合调控的混沌动力学等方面。

相关结果以 Graphene/MoS₂ – xOx/graphene photomemristor with tunable non-volatile responsivities for neuromorphic vision processing 为题在《Light: Science Applications》上发表。付晓博士为论文第一作者。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、上海市自然科学基金的支持。（来源：LightScienceApplications 微信公众号）

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41377-023-01079-5>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：付晓等 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