



中国科大在人工神经元突触的量子成像取得重要进展

来源: 科研部 发布时间: 2023-10-16 浏览次数: 140

我校郭光灿院士团队孙方稳课题组和国家同步辐射实验室/核科学技术学院邹崇文课题组合作, 制备了基于二氧化钒(VO_2)相变薄膜的类脑神经元器件, 并利用金刚石中氮-空位 (NV) 色心作为固态自旋量子传感器探测了神经元突触在外部刺激下的动态连接, 展示了类脑神经系统中多通道信号传递和处理过程。这项研究成果近日以“Quantum imaging of the reconfigurable VO_2 synaptic electronics for neuromorphic computing” 为题发表于国际权威期刊《Science Advances》(Science Advances 9, eadg9376 (2023))。

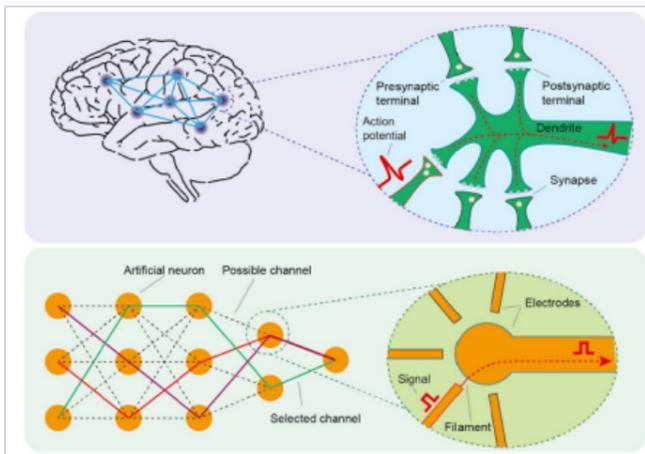


图1.类脑神经元动态网络结构示意图

类脑神经元器件, 即通常所说的类脑芯片, 是指利用神经形态器件去模拟人脑中的神经元、突触等基本功能, 再进一步将这些神经形态器件联结成人工神经网络, 以模拟“大脑”的信息处理和存储等复杂功能。二氧化钒(VO_2)作为典型的氧化物量子材料, 在近室温附近具有可逆的绝缘-金属相变, 是制备高开关比突触器件的理想材料。本研究中课题组研究人员基于近十年 VO_2 的研究基础, 利用氧化物分子束外延设备克服了高纯相结构的单晶二氧化钒薄膜的制备瓶颈, 生长了高质量二氧化钒外延薄膜, 并通过微纳加工制备了生物神经元和突触阵列, 实现了电场调制和激光诱导下多通道 VO_2 双端器件的选择性电路导通, 从而直接模拟了神经元之间的突触动态连接过程。这种突触之间的连接体现在 VO_2 导电丝的形成和空间位置的选择性, 并直接受到外加电场和作为外加刺激的激光信号的调制。

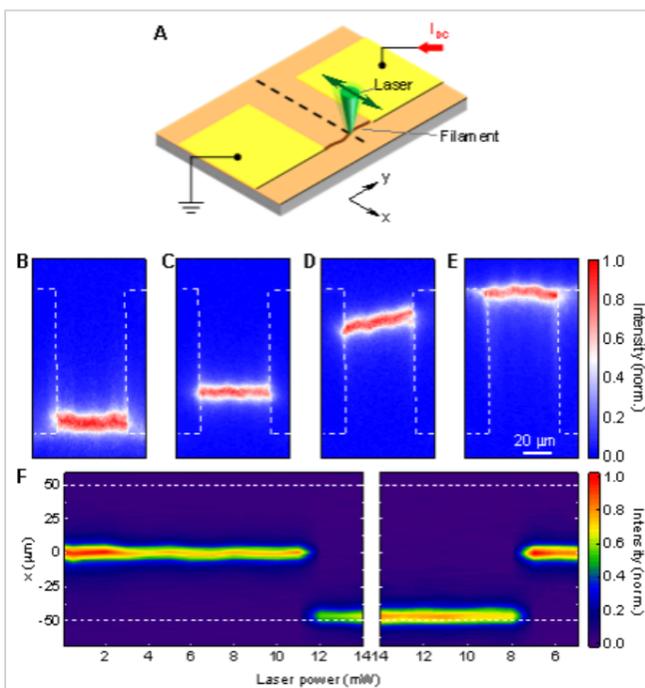


图2.外加电场和激光调制下的 VO_2 导电丝形成的金刚石NV量子成像

此外对于神经元突触单元之间的动态连接过程, 实验人员创新性利用金刚石NV色心作为固态自旋量子传感器探测了导电丝的形成和实时成像。由于 VO_2 相变体系的光热敏感性, 相对于传统的显微成像技术, 比如偏振红外、拉曼或者近场光学(s-SNOM)等成像技术, 采用基于金刚石NV色心的量子传感方法避免了成像过程中测量系统激光信号的干扰, 从而在研究外加刺激激光信号调制下突触单元的动态连接和实时成像方面显示出了独特优势。这种量子传感成像技术清晰的揭示了基于 VO_2 类脑神经系统中多通道信号处理和传导途径与外在刺激之间的关联, 为构筑大规模人工突触分层组织和神经形态结构提供了直接的实验依据。

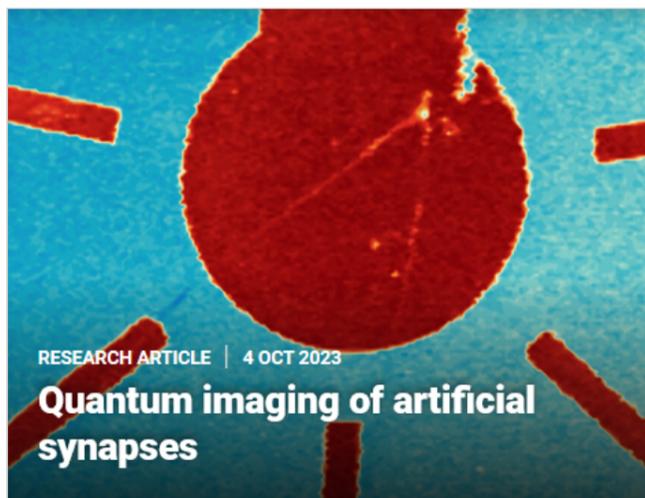


图3.在Science Advances期刊首页上的Feature Image介绍

本工作发表后被Science Advances期刊网站首页以“Quantum imaging of artificial synapses”作为Featured image加以推介。国际知名学术媒体Physics.Org也对本工作做了亮点报道(<https://phys.org/news/2023-10-elevating-neuromorphic-laser-controlled-filaments-vanadium.html>)。

本文第一作者为中科院量子信息重点实验室博士后冯策和国家同步辐射实验室博士生李博文，通讯作者为孙方稳教授和邹崇文研究员。该工作得到了科技创新2030重大项目、中国科学与稳定支持基础研究领域青年团队项目、国家自然科学基金、前沿科学重点研究计划、合肥大科学中心项目、中央高校基本科研业务费等项目的支持。

文章链接: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adg9376>

(中科院量子信息重点实验室、物理学院、中科院量子信息和量子科技创新研究院、科研部)



中国科学技术大学 科研部
University of Science and Technology of China

Copyright 2009-2020 中国科学技术大学科研部 All Rights Reserved.
电话: 0551-63601954 传真: 0551-63601795 E-mail: ustckjc@ustc.edu.cn
办公地址: 安徽省合肥市包河区金寨路96号中国科大东区老图书馆三楼 邮编: 230026



微信公众号



事业单位