
微电子所氧化物电解质栅控晶体管研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11748.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！

海量的数据对信息的快速实时处理提出了更高要求，实现这一目标的有效途径之一是开发具有边缘计算能力的智能感知系统，缓解数据传输带来的延迟与能耗，从而实现实时、高效的信息处理。电解质栅控晶体管是近年来提出的一种三端忆阻器件，其结构与传统场效应晶体管类似。不同的是，电解质栅控晶体管采用含有可动离子（如 H^+ ， Li^+

等）的电解质材料代替二氧化硅作为栅介质层。在栅极电压作用下，可动离子发生迁移并与沟道材料发生电化学反应后注入其中。离子的注入起到了掺杂作用，能够调节沟道材料的载流子浓度，使沟道电阻态发生连续、可逆的非易失变化，被认为是模拟生物神经网络基本功能单元——突触的理想元件之一。近年来科学界对电解质栅控晶体管及其在人工神经网络应用方面的研究取得了一定进展，但研究成果主要集中在单个器件的性能验证，在材料体系、器件阵列和网络算法等层面亟待突破。

针对上述问题，中国科学院院士，中科院微电子研究所研究员刘明团队制备了具有良好沟道电导调节性能和器件均一性的电解质栅控晶体管阵列，并基于此阵列构建了可处理时空信息的脉冲神经网络系统。团队

首先对材料体系进行了筛选，首次采

用无机氧化物—— Nb_2O_5

作为沟道材料构建电解质栅控晶体管，成功实现 32×32 的阵列集成（图1a）。此电解质栅控晶体管表现出优异的电学特性（图1b-

e），包括近线性的沟道电导模

拟变化特性、良好的耐受性（ 10^6

）和保持特性（ $1000s$ ）、快速操作（ $\sim 100ns$ ）、极低的电导变化范围（ $< 100nS$ ）和超低的操作能耗面密度（ 20

$fJ \cdot \mu m^{-2}$

）等。团队进一步利用该电解质栅控晶体管阵列构建了脉冲神经网络。该网络具有学习和识别时空信息的能力。通过使用监督学习算法和脉冲时序依赖可塑性权重更新规则，电解质栅控晶体管阵列能够根据不同的任务输入调整各个单元的电导（学习过程），最终完成对不同输入脉冲序列的识别。基于电解质栅控晶体管的脉冲神经网络可以与触觉传感器结合，通过对终端传感器收集到的时序信息进行传递、分析和处理，实现了对物体移动方位识别（图2）。这种智能触觉感知系统的实现方案，为发展可用于物联网、边缘计算等领域的低能耗、可扩展的仿生信息处理系统提供了参考。

这一成果近期发表在《先进材料》上，微电子所博士研究生李悦、卢吉凯为论文共同第一作者，微电子所研究员尚大山为论文通讯作者。同时，微电子所博士生卜献宝、徐晗等针对离子晶体管

的基本特性及其在传感—计算融合中的潜在应用与发展趋势撰写的综述文章发表在《先进智能系统》上。

该项目得到了科学技术部、国家自然科学基金委、中科院和之江实验室的资助。

论文链接：[1](#)、[2](#)

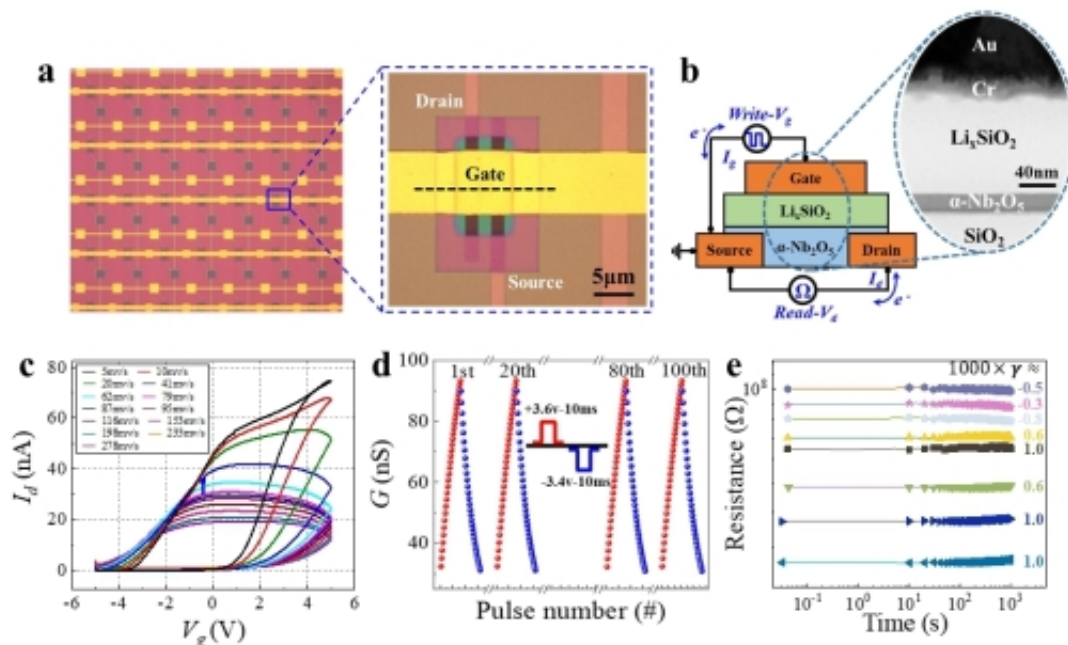


图1. (a) 32 × 32电解质栅控晶体管阵列；(b) 器件基本结构及测试方案；(c) 器件在不同扫描速度下的转移特性曲线；(d) 器件的模拟开关特性；(e) 器件的保持特性。

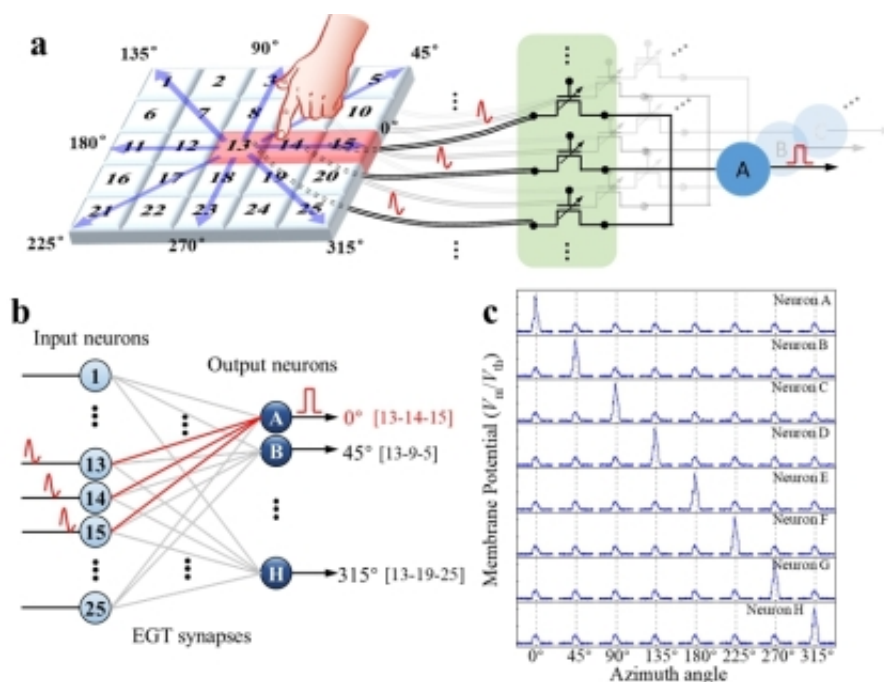


图2. (a) 基于电解质栅控晶体管的脉冲神经网络触觉感知系统实现方案；(b) 脉冲神经网络结构图，其中输入神经元和输出神经元通过电解质栅控晶体管（突触）进行连接；(c) 不同移动方位角条件下各神经元的膜电位变化。经过学习后，神经元的最大输出与方位角呈现良好的映射关系。

研究团队单位：微电子研究所

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](http://www.iikx.com)转发