
具有可重新配置的突触相互作用渗滤路径的纳米颗粒网络存储器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23818.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！

具有可重新配置的突触相互作用渗滤路径的纳米颗粒网络存储器。

导读

开发具有同时处理和存储数据功能的存储器件是高效计算的需要，人工突触是人们为了实现这一目标提出的设备，但是这些电气设备的不可逆老化将导致其性能的下降。近日，高丽大学物理系的Hoo-Cheol Lee等人展示了一个纳米颗粒网络存储器，在单一硅纳米线中，它使用了可重新配置的渗滤路径。电流渗滤路径的电气和光子控制使持久性电流水平的模拟和可逆调整成为可能，在这个单一的纳米线装置中表现出记忆行为和电流抑制。硅纳米颗粒网络中导电路径的电和光子重构将为下一代纳米设备技术铺平道路。

背景介绍

在单一的存储设备中同时处理和存储数据是高效计算的需要，为此，通过模仿生物系统中的突触行为，人们开发了控制信号权重的人工突触装置。虽然该设备的阵列能够进行神经形态计算，但单个设备也可以与生物神经元形成混合网络，使大脑和计算机之间的互动和沟通成为可能。不过由于设备内部结构的演变会导致不可逆转的老化，这些器件的性能下降是不可避免的。

另一方面，光子器件已被提出用于控制电流水平而不造成器件退化。例如，光子触发的晶体管和原子薄的光子晶体管已成功地展示了高器件性能，用于神经形态应用的光子突触也被证明。然而，这些半导体器件中的光电流生成通常用于电流增强，以光子方式抑制电流水平和切换模拟电导仍然是一个挑战。

高丽大学物理系的Hoo-Cheol Lee等人展示了用于突触相互作用的纳米颗粒网络存储器网络中的可重构渗滤路径。研究人员使用了具有固体核心和多孔壳段的单一硅纳米线。对纳米线外壳的硅纳米颗粒网络中的导电路径的电和光子控制，以模拟和可逆的方式有效地调整了持久的电流水平。除了记忆行为外，通过在激光照射下突然断开电流渗入路径，证明了纳米线器件中的光子习性。此外，利用电位和习惯化过程，在这个单一的纳米线存储器中证明了纳米级突触装置的特征。特别地，通过使用光子习性作为照明下的切断开关，在单个纳米线上相互连接的两个相邻设备中实现了突触的消除。硅纳米颗粒网络中导电路径的电气和光子重构，及模拟纳米线存储器中的突触，有望成为下一代纳米设备技术的关键。

创新研究

研究人员利用纳米晶体网络，以可逆的方式控制持久的电流路径，而无需结构变形，如图1a和1b所示。由于许多纳米晶粒是相互连接的，这样的网络具有很高的电阻;然而，电荷可以形成具有较低电阻的电流渗入路径。事实上，由于纳米晶粒的自电容性质，电荷被储存在网络中。随着电荷的增加，电流流动过程从电子跳跃变为空间电荷限制的过程(图1a)。可以看出，电子跳动的电流比空间电荷限制的电流低得多，这是由于渗滤路径中的电连接是由带电的纳米颗粒网络完成的，而跳跃过程需要激活能来克服库伦屏障。因此，通过调整电子跳动和空间电荷限制，模拟控制持久性电流水平是可行的。

图1 描述纳米晶粒网络中电流流动的示意图

图1b左图描述了电流渗滤路径在照明下被阻断，右图表示随着入射光强度的增加，更多的电流渗滤路径被断开。图1c是计算的权重函数，图1d和图1e分别是计算的参数电荷和总电流作为偏置电压的函数。

纳米颗粒网络的独特特性可以通过多孔硅结构来实现。记忆装置是通过合理设计一个具有固体核心和多孔壳结构的单一硅晶圆来具体实现的，如图2a所示。为了制造具有两个结构不同段的纳米线器件，研究人员使用了金属辅助化学蚀刻，如图2b的纳米线结构的扫描电子显微镜图像所示，左边和右边的电极分别是在长的固体段和短的芯/壳段上制作的。

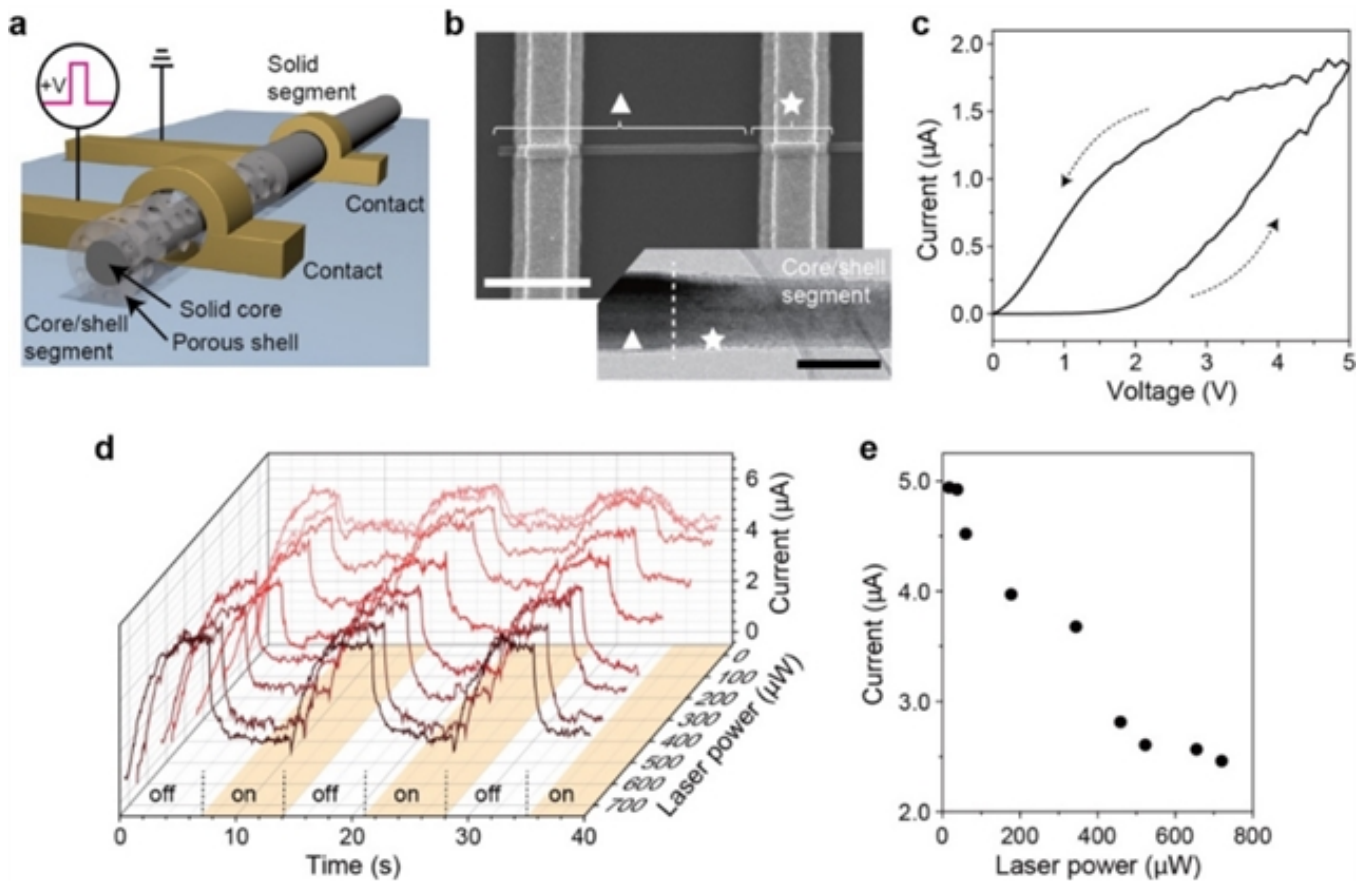


图2 纳米线器件中的记忆行为和光子习性

图2c是测量的双扫模式的纳米线器件的I-V曲线，图2d描述了在激光照射下，测量的电流随时间的变化关系，图2e展示了2d中测量电流随激光功率的变化关系。

总的来说，硅纳米颗粒网络中导电路径的电和光子重构为下一代纳米器件技术开辟了新的范式。由于较小的突触尺寸在提高集成密度的同时降低了功率消耗，未来，利用单一的纳米线记忆装置，探索突触密度和能源效率可与人脑相媲美的突触装置将引起人们的兴趣与关注。

该文章被发表在《Light: Science Applications》期刊上，题为Nanograin network memory with reconfigurable percolation paths for synaptic interactions，Jungkil Kim和Hong-Gyu Park是本文的通讯作者。(来源：LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41377-023-01168-5>

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：Hong-Gyu Park 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