

---

# 研究阐明砷在双向阈值开关中的作用机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24434.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！**

砷（As）是高毒性元素，但长期以来被广泛用于半导体制造，即通过将砷注入硅衬底制造N型半导体。同时，砷是第二代半导体的标志性材料砷化镓的主要成分。砷在相变存储器（PCM）的发现、开发和最终商业化过程具有重要的作用。相变存储器是新兴的存储器技术，可填补现代计算机中闪存和内存之间的性能鸿沟。1964年，Northover和Pearson在砷基铬化物（即As-Te-I）中发现了电开关行为。1968年，S. R. Ovshinsky报道了非晶态 $As_{30}Te_{48}Si_{12}Ge_{10}$ 的可重复双向阈值开关（OTS）现象，并发现了若将砷的浓度降至5 at.%以下，非晶态和晶态能够可逆转变，即相变存储器的工作原理。至今，越来越多的OTS材料被开发，如Ge-Te、Ge-Se、Ge-S等，而只有砷基OTS材料（As-Se-Ge-Si）是唯一被用于Intel量产的128 Gb相变存储芯片中（2017年，傲腾），但砷在OTS中的作用仍然未知。

中国科学院上海微系统与信息技术研究所宋志棠和朱敏研究团队与华中科技大学、复旦大学、日本群馬大学、英国剑桥大学合作，以自主GeS为母材料，改变其砷元素的含量，探讨了不同砷含量下OTS器件的性能变化，进一步通过拉曼、光热偏转谱等实验手段研究了不同砷含量对OTS微观结构、能带及缺陷态的影响，通过与第一性原理计算进行结合揭示了砷在OTS中的内在作用机制。该工作通过对比不同砷含量的GeSAs器件退火前后的性能发现，砷降低了器件的漏电流，提高了性能一致性，抑制了电压漂移，延长了器件寿命至 $\sim 10^{10}$ （图1），提高了器件的热稳定性使其能够抵挡450

后道工艺热冲击，并发现了砷含量为25 at.%时器件的综合性能最优（图2）。该工作将实验结果与第一性原理计算结合发现，砷加入后形成了更强的As-S键阻碍了原子迁移，从而提高了热稳定性并抑制电压漂移。该工作阐明了砷在OTS的内在作用机制，为后续OTS材料设计以及性能优化提供了理论指导。

9月29日，相关研究成果以The Role of Arsenic in the Operation of Sulfur-Based Electrical Threshold Switches为题，发表在《自然-通讯》（Nature Communications

）上。上海微系统所为第一完成单位和通信单位。研究工作得到国家自然科学基金、上海青年科技启明星计划和中国科学院战略性先导科技专项（B类）等的支持。

[论文链接](#)

图1. 450度退火后GeSAs器件的器件结构以及器件性能

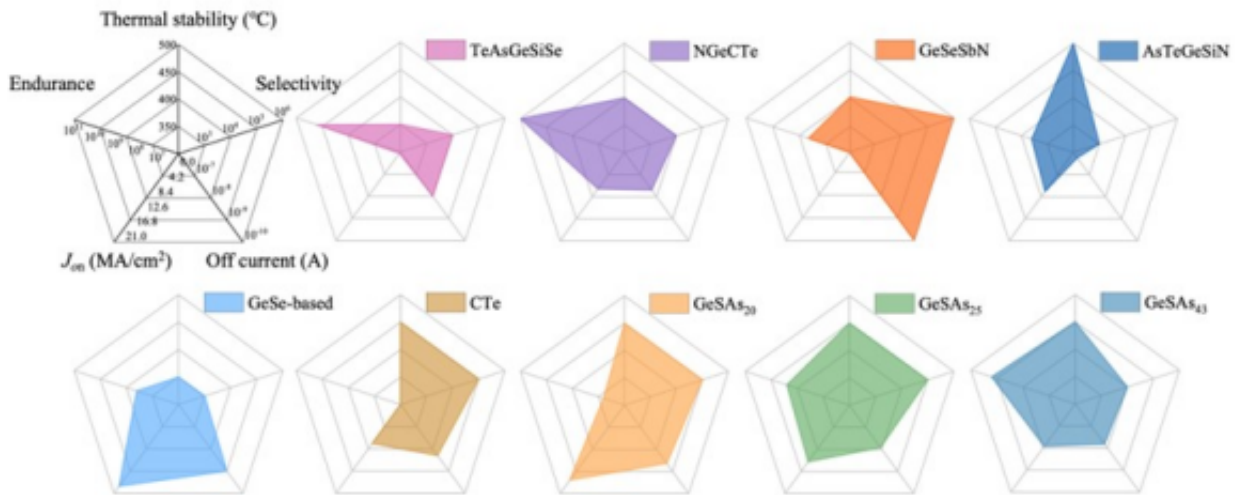


图2. GeSAs器件与其他OTS器件相比具有最优异的综合性能

研究团队单位：上海微系统与信息技术研究所

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