二硫化钼摩擦离子电子学晶体管研究获进展

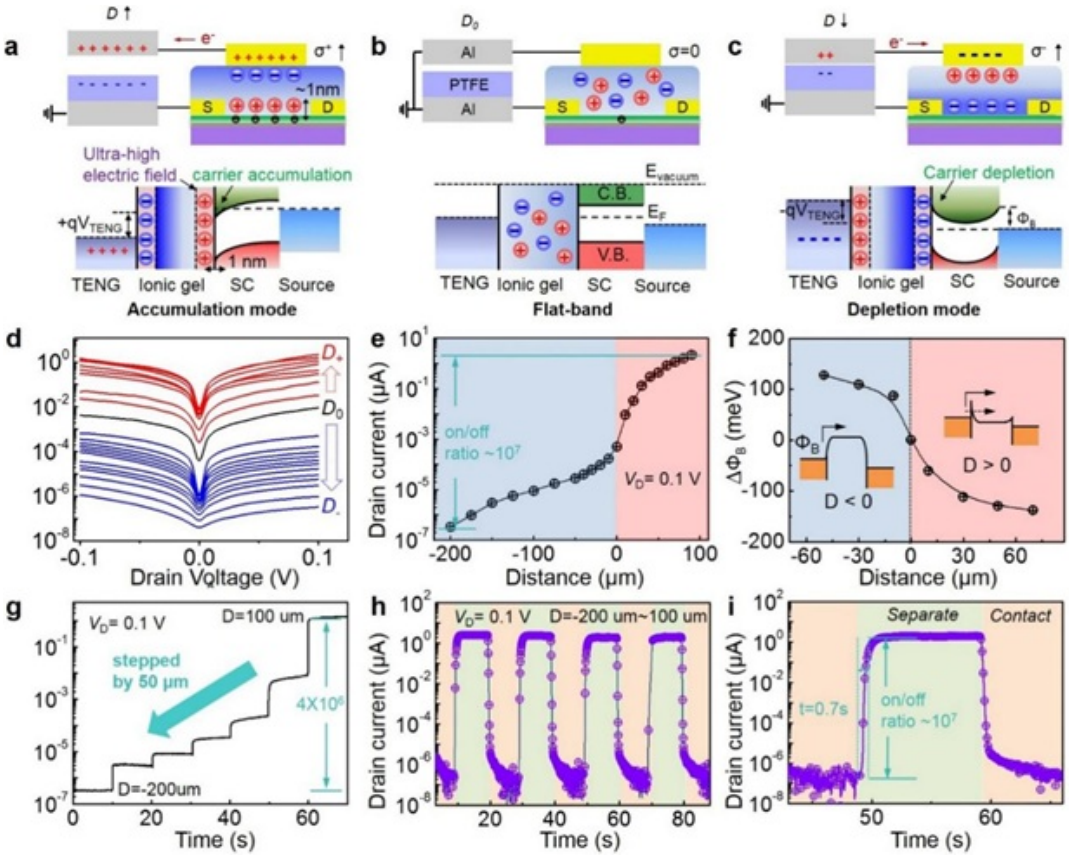
作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/3568.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！

二硫化钼摩擦离子电子学晶体管研究获进展。两种不同材料接触分离可产生静电荷并引发一个摩擦静电场，该摩擦电场可以驱动自由电子在外部负载流通，得到脉冲输出信号。一方面，摩擦纳米发电机 (TENG) 就是利用了这种脉冲信号实现了将外部环境机械能转换成电能，近期在许多领域实现了许多突破性进展，包括从多种机械运动获取能源、自驱动机械感应系统、高灵敏质谱分析以及常压下机械触发的等离子体等。另一方面，当TENG产生的静电场与电容性器件耦合时 (例如，场效应晶体管)，半导体沟道中载流子的传输特性可以被摩擦电势有效调制，也就是摩擦电子学晶体管(tribotronic transistor)。为了开发更高性能主动式摩擦电子学晶体管，针对TENG与半导体器件耦合的基础物性研究和相关工艺工程迫切地需要更深入的探索。利用双栅结构电容耦合，使二硫化钼 (MoS2) 摩擦电子学晶体管电流开关比超过六个数量级 (106)。平面设计以及利用直接接触模式，同样简化了石墨烯摩擦电子学机械传感器件。然而，鉴于之前复杂的加工工艺和较为普通的电学性能，摩擦电子学仍有巨大的研究空间。

近日，中国科学院北京纳米能源与系统研究所孙其君和王中林研究团队基于摩擦电子学的原理，制备了一种新型的二硫化钼摩擦离子电子学晶体管 (triboiontronic transistor)，该器件通过工作在接触分离模式下的TENG产生的摩擦电势与离子调控的二硫化钼晶体管耦合，连接了摩擦电势调制特性以及离子调控的半导体特性。摩擦电势在离子凝胶和二硫化钼半导体界面处可诱导形成超高的双电层电容，可高效率调制沟道中载流子传输性能。不需要额外栅压，二硫化钼摩擦离子电子学晶体管可主动式操控，器件表现低的阈值 (75 um) 和陡峭的开关特性 (20 um/dec)。通过预设耦合与晶体管的摩擦电势的初始值，摩擦离子电子学晶体管可以操作在两个工作模式下，增强模式和耗尽模式，实现更高的电流开关比 (107) 以及超低的关态电流 (0.1 pA)。文章展示了二硫化钼摩擦离子电子学反相器，反相器对应增益 (8.3 V/mm)，并且具有较低的功耗以及优异的稳定性。这项工作展现了一个通过外部机械指令来高效率调制二维材料半导体器件以及逻辑电路的低功耗主动式以及普适的方法，在人机交互、电子皮肤、智能传感以及其他可穿戴器件等领域有巨大的应用前景。该研究成果以Triboiontronic Transistor of MoS2 为题发表于近期的《先进材料》(Adv. Mater., DOI: 10.1002/adma.201806905)上。



图：(a-c)二硫化钼摩擦离子电子学晶体管的工作机制以及三个状态下的能带示意图(增强模式，平带，耗尽模式);(d)两个工作模式下的二硫化钼摩擦离子电子学晶体管输出特性曲线以及对应的转移特性曲线;(e)电流开关比超过七个数量级;(f)对应肖特基势垒高度随摩擦距离的变化，插图是对应能带解释;(g-i)二硫化钼摩擦离子电子学晶体管实时测试性能。

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转发