

新工科建设初见成效 两项成果连登《自然》

在科技快速发展和产业变革加速推进的时代背景下,“新工科”作为一种全新的工科教育理念应运而生,成为推动高等工程教育改革与创新的重要力量。学校按照科教融汇、产教融合的新模式,构建“从0到10”系统创新能力,重塑新工科门类,稳步推进新工科建设,初见成效。

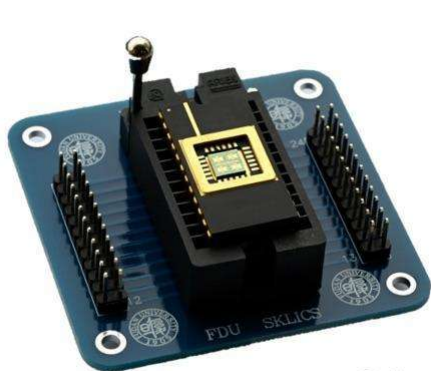
研发全球首颗闪存芯片

集成芯片与系统全国重点实验室集成电路与微纳电子创新学院周鹏-刘春森团队研发的“长缨(CY-01)”架构将二维超快闪存器件“破晓(PoX)”与成熟硅基CMOS工艺深度融合,率先研发出全球首颗二维-硅基混合架构芯片。相关研究成果以《全功能二维-硅基混合架构闪存芯片》(A full-featured 2D flash chip enabled by system integration)为题,于10月8日在《自然》(Nature)期刊上发表。

这是继“破晓(PoX)”皮秒闪存器件问世半年后,学校在二维电子器件工程化道路上再获里程碑式突破。这一突破攻克了新型二维信息器件工程化的关键难题,为新一代颠覆性器件缩短应用化周期提供范例,也为推动信息技术迈入全新高速时代提供强力支撑。

大数据与人工智能时代对数据存取性能提出了极致要求,而传统存储器的速度与功耗已成为阻碍算力发展的“卡脖子”问题之一。今年4月,周鹏-刘春森团队于《自然》(Nature)期刊提出“破晓”二维闪存原型器件,实现了400皮秒超高速非易失存储,是迄今最快的半导体电荷存储技术,为打破算力发展困境提供了底层原理。

然而,颠覆性器件要真正走



封装后的二维-硅基混合架构闪存芯片(带PCB板)

向系统级应用,往往是一场漫长的马拉松。回溯硅基芯片的发展历程,半导体晶体管自1947年诞生起,历经贝尔实验室、仙童与英特尔等顶尖力量二十余年的接力研发,才终于催生出全球第一颗CPU。

作为集成电路的前沿领域,二维电子学在近年来获得诸多关注,但研究者们最关心的问题莫过于“LAB to FAB(从实验室到工厂)”难题,也就是这项技术未来是否可以得到真正的应用。如何加速产业化进程,让二维电子器件走向功能芯片?周鹏-刘春森团队主动融入产业链,尝试从未来应用的终点出发,“从10到0”倒推最具可能性的技术发展路径。

“从第一个原型晶体管到第一款CPU花了大约24年,而我们通过把先进技术融入工业界现有的CMOS产线,这一原本需要数十年的积累过程被大幅压缩,未来可以进一步加速探索颠覆性应用。”刘春森总结。

为了找到这条“正确的路”,团队前期经历了5年的探索试错,在单个器件、集成工艺等多点协同攻关。团队的第一项集成工作发表于2024年的Nature

Electronics,在最理想的原生衬底上实现了二维良率的突破,这为他们在真实复杂的CMOS衬底上解决问题提供了基础。

衔接起实验室成果与产业化需求,确保理论创新与应用转化能够“双腿并行”,是周鹏-刘春森团队在研究中相互交织的两条主线。依托前期完成的研究成果与集成工作,此次打造出的芯片已成功流片。

从基础研究到工程化应用,团队已跨越最艰难一步,后续迭代进程将进一步加快。

论文链接:

<https://www.nature.com/articles/s41586-025-09621-8>

研发锡基钙钛矿太阳能电池

不依赖有毒的铅元素,只借助绿色无害的锡元素,智能材料与未来能源创新学院梁佳青年研究员团队研发出的锡基钙钛矿太阳能电池不仅实现了全生命周期无害,甚至突破了光电转换效率的世界纪录。相关成果以《基于均一埋底界面的锡基钙钛矿太阳能电池》(Tin-based perovskite solar cells with a homogeneous buried interface)为题,于10月15日在《自然》(Nature)



锡基钙钛矿太阳能电池

期刊以加速预览的形式在线发表。

这一成果经第三方权威认证,光电转换效率达到了17.7%,打破了此前16.5%左右的钙钛矿光电转换效率世界纪录,成为目前锡基钙钛矿太阳能电池转换效率的世界第一。

“这项技术特别适合在与人类密切接触的能源领域发挥作用。”梁佳举例道,汽车车顶可以直接使用该太阳能电池,在实现稳定发电的同时,有效避免铅元素带来的中毒隐患。

长期以来,高性能钙钛矿太阳能电池高度依赖铅元素,带来了巨大的环境和健康隐患,难道高性能光伏材料必须含铅?其实未必!这一创新成果攻克了无铅、可持续绿色光伏技术的关键难题,标志我国在清洁能源材料领域再获突破,未来有望融入人类日常生活。

在全球清洁能源的竞赛中,钙钛矿太阳能电池以高效率、低成本和易加工等优势成为新一代光伏技术的热门方向。

然而,这一技术体系的核心材料含铅,潜在的环境与健康风险始终如“达摩克利斯之剑”般悬于头顶。如何在兼顾性能的

前提下摆脱“铅”的束缚,实现真正绿色无害的光伏发电?这是国际学界亟待解决的关键问题。

锡基钙钛矿因具有理想带隙、高迁移率和良好环境相容性,被视为最具潜力的无铅替代体系。然而,由于锡离子易氧化、晶体结构不稳定、界面缺陷多等问题,其性能长期停滞不前。长久以来,传统研究更多借用铅基钙钛矿的功能层来提高效率。锡基虽足够绿色无害,但是性能存在“扯后腿”问题。梁佳团队起初发现其光电转换效率非常低,不到10%。同时,铅基和锌基在晶体生长动力学和薄膜成膜机理上存在本质差异。可以说,以“锡”代“铅”是一次走出“舒适圈”的挑战。

自2021年回国加入复旦,梁佳团队便投身“追光”之路,致力于破解这一问题。过去五年,梁佳团队围绕缺陷调控、界面优化、载流子抽取和功能层设计等关键科学问题持续攻关,系统建立了从材料生长到能带调控和界面工程的完整技术体系,成功制备出绿色环保和转换高效的锡基钙钛矿太阳能电池。

在这条“追光”之路上,团队经历了5年的研究探索,相关研究成果先后发表于Nature Communications、Joule、Advanced Energy Materials和Advanced Functional Materials,聚焦缺陷调控、界面优化、载流子抽取和功能层设计等关键问题。

依托前期成果,梁佳团队同步开展了大面积电池制备与可扩展性研究,推进技术从实验走向应用。

论文链接:

<https://www.nature.com/articles/s41586-025-09724-2>

本报记者 殷梦昊 邓 晗
实习记者 吴 桐

陈建民团队合作提出气溶胶“水簇催化”新机制

人们常听到“空气湿度大,雾霾更重”这样的说法,但“水”到底在其中扮演什么角色?

环境科学与工程系陈建民教授团队联合多家单位研究揭示,空气中的微小“水分子水簇(water clusters)能像“临时催化助手”一样,促进某些关键反应更容易发生,从而生成硝基芳香物-二次有机气溶胶(NAC-SOA)。

相关成果以“Atmospheric water cluster - catalyzed formation of nitroaromatics as a secondary aerosol source”为题,10月8日发表于Science Advances。

该研究依托学校自主研制的气溶胶富集浓缩系统与萃取、液相高分辨质谱仪联用(VACE-OE-LC-MS),在上海城市大气开展现场观测,结合烟雾箱

实验,揭示颗粒相NACs与相对湿度(RH)在昼夜均呈明显正相关,日变化表现为午后(OH主导)与夜间(NO₃主导)双峰;当RH自低值升高时,代表性产物(如4-硝基苯酚)的生成量与生成速率同步增加。

量化计算进一步指出,水二聚体/三聚体通过“质子接力”明显降低关键分子内H-shift步骤的能垒(较无催化情形,298 K反应速率常数提升约8-17个数量级),使常温下反应速率常数跃升至具备大气竞争力的量级,从而统一解释了观测与实验的RH敏感性。

基于以上研究,团队提出了一条“水簇催化”的NACs生成机制,揭示出一条此前未被充分认识、由RH驱动的

NAC-SOA形成重要通道,并为SOA来源解析与模式表征提供新的物理化学依据。

过去,人们更关注“气溶胶液态水”(ALWC)的作用,通常湿度高、液态水多,颗粒里更容易发生反应。该研究提出新视角——气相水并非“旁观者”,当它们通过氢键短暂缔合形成“水簇”时,会为反应搭建一条更省力的“质子接力跑道”,降低关键步骤的能量门槛。换句话说,同样的反应,在有“水簇帮忙”的情况下更容易“跑起来”。其中,由2~3个水分子短暂结合成的小团队,存在时间虽短,却能在反应的关键节点“搭桥”、“递棒”。

论文链接: 10.1126/sciadv.adv7805。

来源:环境科学与工程系

经院在权威期刊发表合作论文

经济学院许志伟教授与三位合作者的研究论文 Bank Risk-Taking, Credit Allocation, and Monetary Policy Transmission: Evidence from China(银行风险承担、信贷配置与货币政策传导——来自中国的证据)近期在宏观经济学领域国际权威期刊 American Economic Journal: Macroeconomics在线发表。

基于微观贷款数据,论文考

察了《巴塞尔协议III》如何影响中国银行业风险承担行为对货币政策冲击的响应。研究识别了一种新的风险权重渠道:货币政策宽松通过该渠道显著降低了银行风险承担水平。该论文对理解中国货币政策调控逻辑提供了众多独特的见解,为健全货币政策和宏观审慎政策双支柱调控框架,提供了来自中国的创新性学术贡献。

来源:经济学院

法学论文登《中国社会科学》

法学院李世刚教授的论文《“论合同失效——制度供给与自主知识体系”》发表于《中国社会科学》2025年第7期。

文章指出,中国合同失效机制正以其独特的生成逻辑和体系定

位参与全球法治对话。通过法解释的方法,可以勾勒出中国法中失效制度的功能、类型、要件与效力。关于合同失效的一般理论研究,对于构建中国法学自主知识体系具有示范意义。

来源:文科科研处