

分会场六：纳米器件分会

半导体微纳激光及光谱学

张青*

北京大学

微纳激光源作为下一代光电集成芯片的核心器件，具有尺寸微小、功耗低等显著优势，但其实际应用仍面临重大挑战。当前微纳激光器普遍存在光子损耗大、电子散射严重等问题，导致工作阈值过高，严重制约了其实用化进程。针对这一关键科学问题，本报告将系统介绍以下创新性研究成果：1) 利用光子-激子强耦合半导体材料体系，突破传统激光产生机制，实现了无需粒子数反转的低阈值激子极化激元激光；2) 揭示了强耦合体系中阈值与器件尺寸的反常构效关系，在此基础上成功研制出连续光泵浦条件下工作的亚微米尺度半导体激光源；3) 引入连续域中束缚态光学微腔，不仅实现了携带轨道角动量的激子极化激元激光发射，更实现了激光工作波段的皮秒级超快动态调控。这些研究为发展高性能微纳激光源提供了新思路和新方法。

关键词微纳激光；激子极化激元；激子

报告人简介：



北京大学材料科学与工程学院长聘副教授。博士生导师，国家海外高层次青年人才，北京大学博雅青年学者，北京市杰出青年。本科和博士分别毕业于中国科学技术大学（2005年）和清华大学（2010年，薛其坤院士），2011-2016年于新加坡南洋理工大学担任博士后（熊启华教授），2016年加入北京大学。长期从事低维半导体光电材料与物理研究。

铯铅卤量子点发光材料的先进制造

宋继中*

郑州大学

近年来，钙钛矿量子点材料（ ABX_3 ，A为阳离子 $CH_3NH_3^+$ 、 Cs^+ 等；B为铅或者锡阳离子；X为卤素或类卤素阴离子）作为发光显示领域中的“超级明星材料”，展现出发光颜色可调（发光波长涵盖400–700nm）、颜色控制精准（半峰宽约为20nm）、光致发光效率高（PLQY高达100%）等特点，受到了科研人员的极大关注。在各种钙钛矿量子点材料中，无机组份钙钛矿铯铅卤（ $CsPbX_3$ ， $X=Cl, Br, I$ ），具有较高的热稳定性和抗湿敏性，在实际应用中更具前景。本报告将详细介绍课题组近几年来在无机 $CsPbX_3$ 量子点发光材料合成与制备方面取得的一些进展，包括发展的“室温三配体”、“强键合配体”、“固相原位制造”等策略。

关键词无机钙钛矿；量子点；发光二极管；高清显示；先进制造

宋继中，郑州大学教授、博导，近年来一直从事发光显示材料及器件教学及科学研究。在发光显示领域，首次实现了铯铅卤量子点的电致发光，被Science、Nature Nanotechnology等评价为“首次（first）发展”、“发起了（initiated）”、“开启了（opened）”该LED体系。研究成果在Nature Photonics、Advanced Materials等期刊上发表SCI论文100余篇，被SCI他引15000余次，获国家发明专利授权20项。主持国家优秀青年基金、江苏省杰出青年基金等项目，荣获江苏省自然科学一等奖、江苏省颗粒学会创新奖特等奖等。2015、2017年连续指导第十四届（一等奖）、第十五届（特等奖）“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛，获第十五届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛优秀指导教师奖。

波导中激子—极化激元凝聚流的可控开关

高廷阁*

天津大学

摘要正文：可控的微观粒子流在现代光学与光子学中具有重要应用价值。然而，由于光子相互作用的调控手段有限，使用纯光学方法实现光子流的传输开关仍存在挑战。在此工作中，我们在具有一定势能梯度的GaAs微腔一维波导结构中，通过非共振的小光斑激发实现了激子—极化激元凝聚流的产生与传输。更重要的是，借助第二束局部泵浦的引入，可以对沿波导的极化激元凝聚流进行全局周期性开闭调控。通过调节第二束激发的泵浦功率或空间位置，利用极化激元与激子之间的相互作用从而在该位置产生功率和位置依赖的势垒，进而对凝聚态波函数的相位施加精确调制，实现凝聚体流传输的开闭调控。该方法不仅为基于相位调制的波导中极化激元凝聚过程研究提供了新途径，也为未来集成光子电路与芯片中相位及流控技术的发展开辟了新思路。

关键词波导激子极化激元

智碘二维半导体材料及其光电性能调控研究

张军然、王琳*

南京工业大学

面向后摩尔时代的智能光电发展趋势，光电集成系统亟需实现小型化、低功耗与智能化协同演进，对底层半导体材料在原子级制造工艺、高效光电响应及多维调控机制方面提出更高要求。然而，传统半导体面临高温高能耗制备、单一光响应机制及器件级联带来的能效损耗等瓶颈，难以满足光感知—存储计算—类脑识别等多模态协同任务的需求。针对这一挑战，研究团队聚焦于二维碘化物半导体体系，开展系统交叉研究，提出“智碘”材料设计理念，在原子级制造、光电机理创新与器件集成三大核心环节实现多项原创突破，攻克二维碘化物从材料合成、结构调控到功能器件构建的关键技术难题，奠定其在后摩尔智能光电领域的应用基础。

针对高活性碘化物前驱体在溶液中易形成无序扩散与非定向配位，严重阻碍二维结构有序生长的问题，团队创新构建水-空气界面反应体系，通过界面自限域效应精准引导碘离子面内定向组装，显著提高二维碘化物的结晶质量与尺度均一性。该方法结合界面物理化学、无机合成与纳米技术，实现了高活性碘化物材料的高效原子级制备。针对二维半导体光捕获能力弱、响应效率低、缺乏多模态响应的问题，提出构建多功能有机分子与二维碘化物的耦合体系，发展分子-离子-激子多活性协同机制。通过分子工程调控杂化结构，结合光谱分析与界面电荷动力学研究，揭示杂化碘化物及其异质结在界面电荷转移与激子调控中的增强光电响应机制，为实现高性能感存算一体器件提供理论与材料基础。

关键词 碘化物；界面；发光；光电器件

纳米复合电子材料及其可拉伸器件应用

孔德圣*、李妍妍、林勇、汪倩

南京大学

可拉伸电子器件作为一项蓬勃发展的新兴可穿戴技术，其核心目标是实现与人体组织或皮肤的高度共形贴合与无缝集成。这类器件能够在经历反复弯曲、大角度扭曲及大幅度拉伸等复杂机械形变时，仍维持稳定的电气功能与信号输出，因此在实时健康监测、个性化可穿戴治疗以及下一代自然化人机交互系统等领域展现出巨大应用潜力。该领域的发展高度依赖于高性能本征可拉伸电子材料的进步，此类材料通常通过在弹性体基体中构建功能纳米填料的导电渗透网络来实现。然而，现有材料体系在实际应用中仍面临显著挑战：包括可拉伸变形能力有限、动态拉伸过程中电阻发生剧烈且非线性的变化、以及在长期循环形变条件下出现性能衰减、迟滞效应和可靠性不足等问题。为克服这些瓶颈，亟需从材料配方设计与微纳结构调控两方面发展创新策略。本报告将重点介绍我们团队在本征可拉伸纳米复合材料领域的最新研究进展。我们的工作聚焦于两个关键优化方向：一是引入功能性液相材料，利用其独特物理化学性质（如流动性、高导电性、自修复特性）来有效改善复合材料的延展性、降低拉伸电阻变化率并提升循环稳定性[1][2][3]；二是实施优化的微结构设计策略，通过精确调控纳米填料的分布、排列与界面相互作用，构筑更稳健高效的导电网络，协同增强材料的机械弹性与电学鲁棒性[4][5]。通过优化设计，我们致力于开发出高性能的纳米复合电子材料，为构建兼具高拉伸性和稳定性的可拉伸器件提供基础支撑。

参考文献

[1] Y. Li#, T. Fang#, J. Zhang, H. Zhu, Y. Sun, S. Wang, Y. Lu*, D. Kong*, Ultrasensitive and ultra-stretchable electrically self-healing conductors, PNAS, 2023, 120, e2300953120.

[2] Y. Lin, T. Fang, C. Bai, Y. Sun, C. Yang, G. Hu, H. Guo, W. Qiu, W. Huang, L. Wang, Z. Tao, Y.-q. Lu, *D. Kong*, Ultra-stretchable electrically self-healing conductors based on silver nanowire/liquid metal microcapsule nanocomposites, Nano Letters, 2023, 23, 11174.

[3] Q. Lu, Y. Sun, M. Wu, Q. Wang, S. Feng, T. Fang, G. Hu, W. Huang, Z. Li, D. Kong*, X. Wang*, Y.-q. Lu*, Multifunctional nanocomposite yield-stress fluids for printable and stretchable electronics, ACS Nano, 2024, 18, 13049.

[4] M. Wang, S. Feng, C. Bai, K. Ji, J. Zhang, S. Wang, Y. Lu*, D. Kong*, Ultrastretchable MXene Microsupercapacitors, *Small*, 2023, 19, 2300386.

[5] Q. Wang#, Y. Sun#, C. Qin, Y. Lin, T. Fang, C. Yang, J. Zhang, Y. -q. Lu*, D. Kong*, Stretchable and permeable liquid metal micromeshes featuring strain-insensitive resistance through in situ structural transformations, *Advanced Materials*, 2025, 37, 2417799.

关键词 纳米复合材料；可拉伸电子器件；液态电子材料；柔性可拉伸集成

窄带隙二维材料与器件

张凯*

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

III-V/II-VI等窄带隙半导体材料及其超晶格的出现推动了红外、太赫兹技术的发展，在国防安全、生物医疗、环境、通信等领域发挥着重要的作用。如今，伴随着器件小型化、低功耗、CMOS兼容集成的发展趋势以及宽光谱、室温工作等性能突破的需要，传统红外和太赫兹器件的技术瓶颈越来越突出，主要体现在器件的复杂结构、外延成本高、与硅工艺兼容性受限等。窄带隙二维材料具有原子层厚度、高载流子迁移率、可调带隙及范德华异质集成等优异特性，为红外、太赫兹光电子器件的发展带来了新契机。基于此，我们从新型窄带隙二维材料的生长、能带工程和输运性质调节等方面着手，探究了以窄带隙半导体黑磷为代表的新型二维材料在红外和太赫兹光电器件（探测器、激光器等）中的应用。

参考文献

- [1] K. Zhang*, et al., Nature Commun. 16, 25 (2025)
- [2] K. Zhang*, et al., Nano Lett. 25, 7690 (2025)
- [3] K. Zhang*, et al., Light-Sci. Appl. 13:81 (2024)
- [4] K. Zhang*, et al., Nature Mater. 22, 717 (2023)
- [5] K. Zhang*, et al., Adv. Mater. 35, e2209346 (2023)
- [6] K. Zhang*, et al., IEEE EDL 44, 686 (2023)
- [7] K. Zhang*, et al., ACS Nano, 17, 8743 (2023)
- [8] K. Zhang*, et al., Adv. Mater. 34, 2207796 (2022)
- [9] K. Zhang*, et al., Nature Commun. 11, 1330 (2020)
- [10] K. Zhang*, et al., Nature Commun. 9, 4573 (2018)

关键词 窄带隙；红外和太赫兹；探测器；激光器

InAs纳米线器件的界面改善和性能提高

陈清*、江逸凡

北京大学

InAs有远高于硅的电子迁移率、易于和金属形成欧姆接触，在高性能器件沟道方面有巨大潜力。但III-V族材料暴露空气后极易形成自然氧化层。该氧化层存在很多缺陷，影响III-V族材料器件的界面和介质层的质量，进而影响器件的性能。本研究组发展了通过氧化钇（Y）改善InAs纳米线器件界面的方法，显著提高了器件的性能；并进一步研究了电极的微缩行为。我们制备并比较了多组对比组器件，发现，直接在自然氧化层外镀钇并氧化可以改善InAs纳米线表面的性质并提高器件性能；进一步发现，去掉自然氧化层后立刻镀钇再氧化，然后再包覆氧化钐可以获得最好的器件性能，界面缺陷密度低到 $9.1 \times 10^{11}/\text{eVcm}^2$ ，场迁移率高达 $2711\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，亚阈值摆幅室温下低到 77mV/dec 。进一步，我们还研究了InAs纳米线晶体管接触电极的微缩行为，并制备了横向宽度仅 240nm 的极窄InAs纳米线晶体管，该尺寸小于Si 90nm 节点的N型晶体管，而我们的InAs纳米线器件具有更小的SS、DIBL以及饱和区 I_{off} ，表现出了更优秀的亚阈值区性能和低功耗性能。我们的结果为实现高性能器件提供了一种选择。

关键词InAs纳米线，场效应晶体管，界面，缩微

缺陷工程调控二维过渡金属二硫化物助力析氢反应

满萍¹、赵炯¹、李淑惠^{*2}

1. 香港理工大学

2. 香港城市大学

氢能因其高能量密度和零碳排放特性，被视为未来清洁能源的重要选择。电催化水分解制氢是目前最具可持续性的方案之一，但其大规模应用受限于贵金属催化剂（如铂）的高成本。近年来，二维过渡金属二硫化物（如MoS₂、WSe₂）展现出替代铂基催化剂的潜力，但其催化效率受限于基面活性位点不足。虽然相工程和缺陷调控可部分提升性能，但对催化机制的深入理解仍不完善，且制备工艺复杂、成本高昂，阻碍了实际应用。针对上述问题，我们提出了一种盐辅助化学气相沉积方法，实现了单层2H-MoS₂的可控生长与高密度硫空位的引入。研究发现，生长过程中的KCl吸附可诱导不稳定态（MoS₂-KCl-H₂O），并在后续转移过程中自发形成硫空位。与传统后处理方法（如等离子体或化学刻蚀）相比，该方法具有高可控性和非破坏性优势。进一步结合微纳器件测试和理论计算，系统揭示了硫空位对析氢反应活性的调控机制，为二维材料催化剂的设计提供了新思路。本研究不仅开发了一种高效、低成本的MoS₂缺陷工程策略，同时为理解缺陷-催化性能关联提供了实验与理论依据，推动二维材料催化剂走向实际应用。

关键词 MoS₂；硫空位；催化析氢；微纳器件

Bi-O-X(X=S,Te)二维结构的化学气相沉积制备及物性

孙勇*

中山大学

理论与实验研究表明，铋氧基硫族Bi-O-X(X=S, Se, Te)三元层状材料体系具有可调电子结构、高迁移率、强自旋轨道耦合及电声相互作用等特点，在微电子、光电子领域引起广泛关注。目前，Bi-O-Se体系的制备、物性及器件研究已取得可喜进展，但Bi-O-S, Bi-O-Te气相沉积生长窗口过窄，高质量二维晶体薄膜制备仍存挑战，导致相关物性及器件研究受阻。团队在低压化学气相输运与沉积的框架下，提出了有效的热、动力学过程调控策略，并发展出多种大尺寸二维结构的制备工艺（Bi₂O₂Te、Bi₂O₂S、Bi₃O₂S₃等），阐述了系列重要物性，如高电子迁移率、非饱和线性磁阻、Shubnikov-deHaas量子振荡、非中心对称拓扑绝缘体及非常规超导行为等，为二维窄带隙光电半导体、量子输运材料的基础与应用基础研究提供储备。

关键词Bi₂O₂Te, Bi₃O₂S₃, 铋氧基硫族化合物, 光电材料, 量子材料

低维铁电物理与类脑器件

刘富才*

电子科技大学

铁电材料因具有外加电场可调的自发极化，在存储器件、光电器件、以及存算一体器件等方面有着广泛的应用。受电子器件小型化、高度集成化的发展趋势的影响，二维材料由于其独特的结构成为铁电领域的研究热点之一。层间间隙的存在使二维铁电材料展现出了与传统铁电材料截然不同的物理性质，如突破临界尺寸效应、四势阱能量-极化曲线等。在本次报告中，我将介绍近期在二维半导体及界面发现的新奇铁电现象，包括铁电离子耦合效应、层数依赖的铁电特性、优异的铁电抗疲劳特性等。二维铁电材料为研究新奇铁电物性提供了新的材料体系，也为进一步发展高性能铁电存储、类脑智能器件等提供了材料基础。

关键词 二维铁电、滑移铁电、类脑器件

二维半导体的掺杂调控与高性能神经形态器件

刘锴*

清华大学

伴随着现代信息技术和人工智能的高速发展，半导体产业开启亚10nm节点时代，纳米电子器件亟需突破算力和功耗瓶颈，满足多功能化和智能化的应用需求。开发具有低结构复杂度、多功能、低能耗的神经形态纳米电子器件势在必行。二维纳米材料通过范德华界面作用形成，具有纳米级甚至原子级厚度、无悬挂键的表面和宽范围的带隙，有望突破物理极限产生变革性的器件原理和技术。在本报告中，报告人将介绍近年来在MoS₂、MoTe₂等二维范德华材料的掺杂调控研究、新型纳米同质/异质结构的制备以及新原理神经形态器件等方面的探索工作。通过这些研究，有望为新型智能电子材料和器件的研发探索出新的思路。

关键词 二维半导体；掺杂；界面；神经形态器件

报告人简介：



刘锴，清华大学材料学院特聘副教授，博士生导师。在清华大学物理系获博士学位，先后在清华大学和劳伦斯-伯克利国家实验室从事博士后研究。曾入选海外高层次青年人才计划。近年来致力于二维半导体、碳纳米材料及其神经形态器件、高温电子器件研究。至今在

Science、Nat. Electron.、Nat. Commun.、Sci. Adv.、Adv. Mater. 等期刊上共发表学术论文130余篇。获中国材料学会科学技术奖一等奖（第1完成人）、国际材料学会联盟前沿材料青年科学家奖等奖励。

二维半导体界面构筑及光电特性研究

王笑*

湖南大学

半导体异质结可控构筑及其界面特性调控，是新型光电信息材料及集成器件研究的核心。本报告聚焦二维半导体异质结界面可控构筑、载流子行为调控、器件构筑和系统集成等三方面开展汇报：（1）发展了原子尺度异质界面构筑方法，突破了界面能带与晶体对称性的有限性和不连续性，实现了界面物态精确调控；（2）建立了界面载流子调控方法，实现了近100%载流子自旋极化及单光子灵敏度调控；（3）构筑了光电集成系统，解决了响应度与响应速度不兼容瓶颈，提升了信息传输带宽。

关键词二维材料；低维半导体材料；光电特性；集成光电器件

报告人简介：



2012年获得德国图宾根大学自然科学博士学位，随后在图宾根大学物理化学研究所工作，担任课题组长（Habilitation）。2016年7月回国入职湖南大学。近年来在光电信息与功能材料领域从事研究，在低维半导体材料界面可控成核与生长、异质界面性能及载流子行为调控，高性能偏振光子与超快光探测器件应用等方面展开了系列工作，取得了一定成果。在 Nat. Commun., Chem. Soc. Rev., Adv. Mater. 等刊物发表SCI学术论文120余篇。2020年获国家自然科学基金委优秀青年基金资助。主持国家自然科学基金区域联合创新基金重点项目、重大研究计划（两项）、面上项目，国家重点研发计划课题，作为课题骨干参与国家自然科学基金创新研究群体项目。获2021年度湖南省科学技术创新团队奖（2/15）。

一种热响应纳米壳聚糖净化水中微塑料装置

李雨霏、杨红旭*

山东省实验中学

微塑料是指粒径小于5毫米的塑料颗粒和纤维，自来水中含有不易降解的微塑料，严重威胁人体健康。纳米壳聚糖是一种具有潜力的微塑料清除剂，但是目前用于自来水净化装置尚未实现。本项目通过将水流自动发电蓄能加热和纳米壳聚糖清除微塑料两种功能结合在一个装置上面，实现了水流发电后加热水温，提高了纳米壳聚糖的清除微塑料能力，兼顾节能环保，改善饮用水质量（见Fig. 1）。首先利用过滤称重方法对含有微塑料的样品进行测试，在25℃水温时，纳米壳聚糖对微塑料的清除率为76.7%，50℃水温时候，微塑料的清除率为81.0%。随后设计了一种过滤装置，分为内外两层，内层加入活性炭颗粒初步过滤水中杂质，外层加入纳米壳聚糖颗粒；同时利用自来水水流带动电机进行发电，储存于电池中，并通过石墨烯作为加热装置。将加热装置和过滤装置组合称为完整的热响应纳米壳聚糖净化装置。将该装置连接于自来水管，采用连续过滤方法获得过滤水，并将不通过该装置的自来水作为对照，明确该装置的清除微塑料能力。通过将过滤样品进行显微镜观察，明确经过过滤装置的自来水中，杂质明显减少（见Fig. 2）。本项目设计的装置具有一定范围内加热作用，可以提高自制纳米壳聚糖过滤装置的清除微塑料能力，但是在加热效能、过滤剂制备方面仍需进一步提高。

关键词微塑料；纳米壳聚糖；自动加热；净化水

仿生皮肤的电子器件

潘力佳*

南京大学

作为人类与环境交互的重要物理界面，皮肤是天然的超级灵敏传感器，将压力、等物理信号转换为电学信号，实现触觉、体感等功能，具有柔性、高密度集成、综合信息处理等特点。报告首先将谈谈关于仿生及电子学的思考，介绍针对仿生皮肤电子器件领域的兴起与发展历程，并介绍研究组再通过聚合物微纳界面调控提升柔性压力传感器性能的研究工作。

参考文献

[1] J. H. Zhang, Z. T. Li, J. Xu, J. A. Li, K. Yan, W. Cheng, M. Xin, T. S. Zhu, J. H. Du, S. X. Chen, X. M. An, Z. Zhou, L. Y. Cheng, S. Ying, J. Zhang, X. X. Gao, Q. H. Zhang, X. J. Jia, Y. Shi, L. J. Pan, Versatile self-assembled electrospun micropillar arrays for high-performance on-skin devices with minimal sensory interference, *Nature Communications* 2022, 13, 5839.

[2] W. Cheng; J. Wang; Z. Ma; K. Yan; Y. M. Wang; H. T. Wang, S. Li, Y. Li, Y. Shi, L. J. Pan, Flexible Pressure Sensor With High Sensitivity and Low Hysteresis Based on a Hierarchically Microstructured Electrode. *IEEE Electron Device Letters* 2018, 39, 288.

关键词 仿生；电子器件；柔性电子学

基于二维半导体材料的可重构光电器件

李东*

湖南大学

随着微电子技术的快速发展,以硅为基础的半导体工艺面临越来越多的挑战,探索制备新的材料和发现新的物理性能一直是凝聚态物理、材料科学、信息科学等多个学科研究的前沿领域。近年来,二维晶体及其新奇物理特性的不断发现为构建新型纳米结构、实现半导体器件的突破性进展提供了可能。在众多材料体系中,双极性二维半导体是一类比较特殊的半导体材料,在电场调制下,其载流子可以在p型和n型之间的动态调控,在新一代可重构、多功能信息器件的应用中具有重要优势。本报告将主要介绍我们在新型可重构存算一体器件构筑方面的进展,基于双极性二维半导体材料,通过器件结构设计,我们开发了新型部分浮栅场效应晶体管,实现了晶体管与存储器模式的单器件共存;利用双极性二维半导体的载流子灵活可调优势,我们开发了可重构晶体管、可重构存储器、可重构逻辑电路、半加器等电路应用。

关键词二维材料; 载流子调控; 晶体管; 可重构电路

报告人简介:



李东, 湖南大学教授、博士生导师。主要从事存算一体材料与器件研究。在 Nature Nanotechnology, Nature Electronics 等期刊上发表学术论文七十余篇。承担了国家自然科学基金区域联合基金、面上项目等, 入选国家级青年人才、湖南省“湖湘青年英才”等。获中国电子科技十大研究进展等奖励。

室温有机自旋运算研究

孙向南*

国家纳米科学中心

自旋电子学的核心目标是利用电子自旋实现信息运算。作为一种与量子计算相结合的前沿技术，自旋运算因其高速、低功耗的特性，展现出广阔的应用前景，受到全球范围的广泛关注。然而，目前已知的绝大多数无机自旋材料中，电子自旋寿命极短导致自旋承载的信息在室温下迅速丢失，严重限制了自旋运算器件的实际应用潜力。相比之下，有机半导体因其本征自旋弛豫作用较弱，理论自旋寿命比无机材料高出百万倍，被认为是最有望实现室温自旋运算功能的材料。自旋运算的实现依赖于有机自旋器件中三个连续的自旋电子过程：自旋注入、自旋输运和自旋操控。孙向南研究员近年来围绕实现室温自旋运算功能的关键科学问题，提出了基于有机半导体材料的创新研究思路，结合自旋注入、输运和操控三方面的突破【1-9】，致力于解决室温自旋运算难题。

关键词：有机半导体材料；自旋注入；自旋输运；自旋操控。

参考文献

- [1] Y. Qin, X. Sun*etal., Adv. Mater. 2025, 37, 2500521.
- [2] K. Meng, X. Sun*etal., Adv. Mater. 2025, 37, 2417995.
- [3] K. Meng, X. Sun*etal., Adv. Mater. 2025, 37, 2412758.
- [4] T. Yang, X. Sun*etal., Adv. Mater. 2024, 36, 2410695.
- [5] X. Yang, L. Guo*, X. Sun*, Y. Liu*, Y. Guo*etal., Nat. Commun. 2024, 15, 8368.
- [6] T. Yang, L. Guo*, X. Sun*etal., Adv. Mater. 2024, 36, 2402001.
- [7] L. Guo, X. Sun*etal., Nat. Commun. 2024, 15, 865.
- [8] L. Guo, X. Sun*etal., Adv. Mater. 2024, 36, 2301854.
- [9] S. Hu, T. Tan*, X. Sun*etal., AdvMater2023, 35, e2300055.
- [10] Y. Zhu, L. Guo, X. Sun*, Z. Tang*etal., Angew. Chem. Int. Ed. 2023, 62, e202213208.

关键词有机半导体材料；自旋注入；自旋输运；自旋操控。

二维氮化硼晶体的精准构造与调控

王理*

中国科学院物理研究所

氮化硼是重要的二维材料，具备宽带隙绝缘性、优良导热性、化学稳定性、表面无悬挂键、低介电常数和低介电损耗等优异特性。同时，它还展现出超高的非线性光学响应、高激光损伤阈值和宽谱透明性。特别是菱方氮化硼，还表现出卓越的滑移铁电性和显著的非线性相干增强。然而，由于非中心对称晶格与传统单晶金属衬底不匹配，大尺寸氮化硼单晶的生长极具挑战。近年来，报告人综合运用表面物理、材料科学和催化化学的现有理论和方法，研究并开发出一套基于面内、协同调控的外延生长新方法，主要包括表面台阶控制生长大面积六方氮化硼单层单晶和斜面台阶控制生长铁电性菱方氮化硼多层单晶。此外，报告人还将介绍基于这些氮化硼单晶材料开展的应用基础等研究工作。

关键词表面界面与低维物理；凝聚态物理新兴与交叉领域；无机非金属材料；半导体器件

报告人简介：



Li Wang is currently an associate professor at Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences. His current research interests are the control led growth of 2D single-crystals and the corresponding applications. Over the past five years, he has published a total of 15 papers, including two as first author/corresponding author in Nature.

二维磁性材料光谱研究

盛志高¹, 孙韬¹, 汪洲¹

¹中国科学院合肥物质科学研究院强磁场中心, 合肥 230031

*Email: zhigaosheng@hmfl.ac.cn

摘要正文: 近年来, 具有vdWs结构的二维磁性材料得到了物理学界的普遍关注。在这些材料中, 自旋有序态能在原子层能稳定存在, 这赋予了它们在自旋电子器件、量子计算和信息存储等领域的重要潜力。本报告将围绕二维磁性材料中的自旋相关现象展开, 主要包括以下三部分内容: 首先, 发现一种存在于二维范德瓦尔斯磁性材料Fe₃GeTe₂同质结中的交换偏置效应。我们通过压力构建出成分同质、磁性差异的铁磁/反铁磁界面, 详细研究了这种新型磁性结的交换偏置现象, 发现该结中出现的交换偏置与典型的三维体系不同, 具有厚度依赖、无疲劳效应等优势[1]。其次, 在最近发现的铁磁体 CrVI6 中发现了磁斯格明子的磁光特征, 我们称之为拓扑克尔效应[2]。最后, 报告将重点介绍Fe₃GeTe₂材料中的磁控超快退磁动力学行为[3]。

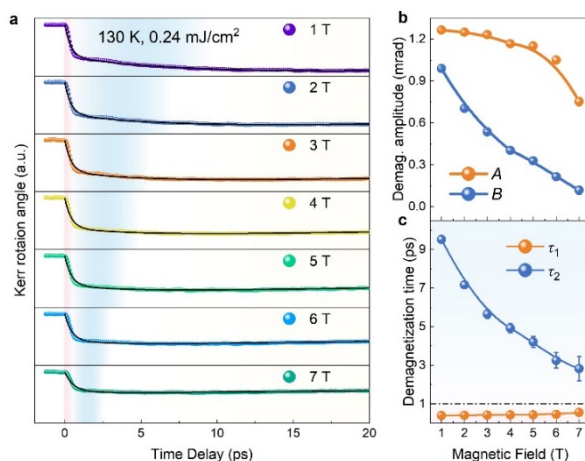


图1.超快退磁随磁场的变化

关键词: 二维材料; 自旋波; 强磁场; 超快光谱; 磁光效应

参考文献

- [1] Caixing Liu, Zhigao Sheng, et al. "Emergent, non-aging, extendable, and rechargeable exchange bias in two-dimensional Fe₃GeTe₂ homostructures induced by moderate pressuring" *Advanced Materials* 35, 2203411 (2023)
- [2] Xiaoyin Li, Caixing Liu, Zhigao Sheng, et al. "Topological Kerr effects in two-dimensional magnets with broken inversion symmetry" *Nature Physics*, 20, 1145(2024)
- [3] Zhou Wang, Tao Sun, Zhigao Sheng, et al. "Acceleration of ultrafast demagnetization in van der Waals ferromagnet Fe₃GeTe₂ in high magnetic field" *National Science Review*, nwaf185 (2025)



报告人/墙报展示人简介:

盛志高，研究员，博导，国家万人计划领军人才、中组部青年人才、中科院“百人计划”入选者，国家重点研发计划首席科学家。任中国科学院合肥物质院强磁场中心副主任，稳态强磁场实验装置磁光系统负责人。2007年毕业于中国科学院固体物理研究所获博士学位。之后在香港大学物理系（07-08）任博士后、东京大学（08-10）任JSPS特别研究员、日本理化学研究所（10-13）任研究科学家。一直从事磁场下波谱技术、波谱材料/器件研究。发表论文100余篇（Nature Phys.、Nature Comm.、Phys. Rev. Lett.、Adv. Mater.等），获批专利10余项，主编英文著作一本。



碳管三维互连组装体能源器件

孟国文

中国科学院合肥物质科学研究院，固体物理研究所，合肥市蜀山湖路350号，230031

Email: gwmeng@issp.ac.cn

高质量电子产品，需将交流转为稳定的直流电后供电。在此过程中，滤波电容不可或缺，它能滤除整流后电路中的纹波、平滑输出电压，确保高/精/尖电子器件的平稳运行，对一定频率的交流电，滤波电容的容量越大，滤波效果越好。目前的滤波电容器是以铝电解电容为主。其比容量小、体积大，占据了电路板中的极大空间，制约了电子设备的小型化。所以，研制小型滤波电容器，是人们追求的目标。超级电容器的比容量大，有望成为小型滤波电容器。它是通过电极与电解液的接触表面存储电荷的。因此，常用表面积大的多孔碳基材料作电极，其比容量大。但离子在弯曲小孔中迁移慢，导致响应频率很低，不能滤波。如果能提高其响应频率，将是滤波电容器小型化的重要途径。

我们经过长期攻关，发明了垂直孔与横向孔相互连接的三维有序多孔阳极氧化铝模板，开创了用模板孔限域方法批量可控制备三维互连碳管组装体网格膜的新方法。以三维互连碳管网格膜作电极构筑了双电层超级电容器，不仅其响应频率与高性能的铝电解电容相当，而且比电容比铝电解电容高出两个数量级，同时其面比电容比国际同类器件的最高值高**25%**，进而发现其滤波性能优于日本松下和尼康铝电解电容器，不仅解决了超级电容器不能滤波的国际难题，而且其体积仅是铝电解电容器的**1/25**，因其能为集成电路与芯片等提供小型供电方案而入选中国芯片科学十大进展。

关键词：电子器件小型化；三维互连碳管网格膜；超级电容器；滤波电容器。

参考文献：

- [1] F.M. Han, O. Qian, G.W. Meng*, B.Q. Wei*, et al. *Science* **2022**, 377, 1004.
- [2] F.M. Han, G.W. Meng*, B.Q. Wei*, et al. *Nano Res* **2023**, 16, 12849.
- [3] G. Chen, F.M. Han*, G.W. Meng* and B.Q. Wei*, et al. *Joule* **2024**, 8, 1080.
- [4] G. Chen, F.M. Han*, X.Y. Li*, G.W. Meng*, B.Q. Wei*, et al. *Nano-Micro Lett.* **2024**, 16, 235
- [5] G. Chen, F.M. Han*, G.W. Meng* and B.Q. Wei*, et al. *Sci China Tech Sci*, **2025**, 68(4), 1420201



报告人简介



孟国文，中科院合肥物质院固体物理研究所首席科学，国家杰出青年基金获得者。曾任固体所所长、中科院材料物理重点实验室主任、两期973首席科学家。长期从事一维纳米材料组装体及其高性能器件研究。在Science等发表SCI论文260余篇，授权发明专利80余项。获国家技术发明二等奖(R1)、国家自然科学二等奖(R2)，两项安徽省自然科学一等奖(R1、R2)，安徽省突出贡献人才奖，安徽省高等学校高水平导师，中科院优秀研究生导师等。

新型介电材料在集成堆叠范德华场效应晶体管中的应用

周杨波^{1,*}

¹南昌大学物理与材料学院，南昌 330031

*Email: yangbozhou@ncu.edu.cn

摘要正文：

栅极介电工程对推进二维电子器件发展至关重要。我们研究了层状及非层状新型介电材料在集成堆叠范德华场效应晶体管中的应用。首先，报道了新型宽带隙半导体 MnAl_2S_4 作为栅极介电质构建的范德华晶体管，其具有高开关比、低亚阈值摆幅与低回滞特性，并展示出高可靠性及热稳定性。其次，通过激光辅助图案化策略，将金属性 1T-TiSe_2 经聚焦激光辐照局部氧化为金红石相 TiO_2 ，构筑 $\text{TiSe}_2\text{-TiO}_2$ 横向异质结。与 MoS_2 沟道集成后，基于本征肖特基势垒实现栅压可调整流特性； TiO_2 的高介电常数进一步诱导栅压调控的金属-绝缘体转变。这些发现共同突显了通过创新栅极介电工程提升二维电子器件功能的新途径。

关键词：二维材料；栅介质；晶体管；范德华集成；

Novel Dielectrics for van der Waals Integrated Transistors

Yangbo Zhou^{1,*}

¹School of Physics and Materials Science, Nanchang University, Nanchang 330031

*Email: yangbozhou@ncu.edu.cn

Abstract: Gate dielectric engineering is critical for advancing two-dimensional (2D) electronic devices. We investigate the application of novel layered and non-layered dielectric material systems in integrated van der Waals (vdW) stacked field-effect transistors. First, we report a new wide-bandgap semiconductor, MnAl_2S_4 , as a novel gate dielectric for assembling van der Waals stacked field-effect transistors that exhibit superior performance, including high on-off ratio, low subthreshold swing, and low hysteresis. This gate dielectric is further demonstrated to be highly reliable and thermally stable. Second, using a laser-assisted patterning strategy, we demonstrate a TiSe_2 - TiO_2 lateral heterojunction by locally oxidizing metallic 1T- TiSe_2 into rutile-phase TiO_2 through focused laser irradiation. Integration with a MoS_2 channel enables gate-tunable rectification via inherent Schottky barriers. Furthermore, the high dielectric constant of TiO_2 induces a gate-controlled metal-insulator transition in transistor operation. Collectively, these findings highlight novel approaches to enhance the functionality of 2D electronics through innovative gate dielectric engineering.

Keywords: two-dimensional materials; gate dielectrics; field effect transistors; van der Waals integration;



报告人简介：

周杨波，南昌大学物理与材料学院教授、博士生导师、副院长。江西省物理学会理事长。国家海外高层次人才计划入选者。2003年至2012年就读于北京大学物理学院并分别获得学士、博士学位。博士期间师从低维纳米材料领域的研究专家俞大鹏院士、从事关于石墨烯等二维材料的器件及输运性质研究。2012年至2016年在爱尔兰都柏林圣三一大学从事博士后研究，从事氦离子显微镜的成像、微加工及器件应用方面研究，并在利用氦离子显微镜针对低维纳米材料的精准可控调制方面取得了一系列具有国际影响力的成果。在Nature Communications, Advanced Materials, Nano Letters等期刊发表SCI论文50余篇，累计被引3000余次。2017年至今，就职于南昌大学物理与材料学院，围绕二维材料等材料体系，开展物性调控及微纳电子器件方面应用研究。



铁电类脑智能器件

田博博^{1,*}

¹华东师范大学, 上海市东川路500号, 200241

*Email: bbtian@ee.ecnu.edu.cn

摘要正文: 受生物大脑的启发, 忆阻器架构的并行模拟计算被认为是解决冯诺依曼瓶颈的潜在途径之一。基于铁电效应的忆阻器利用电场调控铁电极化来实现非易失的模拟状态, 该场调控工作机制避免了诸如基于阻变氧化物和相变材料等电流驱动器件中的焦耳热, 可以实现更低的功耗。此外, 铁电材料可以耦合光电、压电、热释电等多种外场调控效应, 这进一步拓展了铁电材料在视觉、触觉等神经系统中的仿生应用, 基于铁电材料的硬件类脑有望在能耗和功能性方面占据重要优势。本报告中总结了课题组近年来在基于铁电效应在神经形态器件方面的研究进展, 包括基于铁电鳍式二极管新型非易失存储器的无源交叉存算一体阵列[Nature Communications, 15, 513 (2024)], 垂直隧穿沟道的铁电晶体管存储器[Nature Communications, 15, 9701 (2024)], 应用于动态目标提取等微分应用的存内铁电差分器[Nature Communications 16, 3027 (2025)]和基于铁电存内感算人工神经网络的类脑视觉[Nature Materials, 22, 1499 (2023); Nature Electronics, 3, 43 (2020)]。

关键词: 铁电; 存算一体; 感存算一体

参考文献

- [1] Guangdi Feng#, Xiaoming Zhao#, Xiaoyue Huang#, Xiaoxu Zhang, Yangyang Wang, Wei Li, Luqiu Chen, Shenglan Hao, Qiuxiang Zhu, Yachin Ivry, Brahim Dkhil, **Bobo Tian***, Peng Zhou*, Junhao Chu, Chungang Duan*. In-memory Ferroelectric Differentiator. *Nature Communications* **2025**, **16**, 3027
- [2] Guangdi Feng#, Yifei Liu#, Qiuxiang Zhu#,*, Zhenyu Feng, Shengwen Luo, Cuijie Qin, Luqiu Chen, Yu Xu, Haonan Wang, Muhammad Zubair, Ke Qu, Chang Yang, Shenglan Hao, Fangyu Yue, Chungang Duan, Junhao Chu, **Bobo Tian***. Giant tunnel electroresistance through a Van der Waals junction by external ferroelectric polarization, *Nature Communications* **2024**, **15**, 9701.
- [3] Guangdi Feng#, Qiuxiang Zhu#, Xuefeng Liu, Luqiu Chen, Xiaoming Zhao, Jianquan Liu, Shaobing Xiong, Kexiang Shan, Zhenzhong Yang, Qinye Bao, Fangyu Yue, Hui Peng, Rong Huang, Xiaodong Tang, Jie Jiang, Wei Tang, Xiaojun Guo, Jianlu Wang, Anquan Jiang, Brahim Dkhil, **Bobo Tian***, Junhao Chu and Chungang Duan. A ferroelectric fin diode for robust non-volatile memory, *Nature Communications* **2024**, **15**, 513
- [4] Guangjian Wu#, Xumeng Zhang#, Guangdi Feng#, Jingli Wang, Keji Zhou, Jinhua Zeng, Danian Dong, Fangduo Zhu, Chenkai Yang, Xiaoming Zhao, Danni Gong, Mengru Zhang, **Bobo Tian***, Chungang Duan, Qi Liu*, Jianlu Wang*, Junhao Chu and Ming Liu. Ferroelectric-defined reconfigurable homojunctions for in-memory sensing and computing, *Nature Materials* **2023**, **22**, 1499
- [5] Guangjian Wu#, **Bobo Tian#**, Lan Liu#, Wei Lv, Shuang Wu, Xudong Wang, Yan Chen, Jingyu Li, Zhen Wang, Shuaiqin Wu, Hong Shen, Tie Lin, Peng Zhou*, Qi Liu, Chungang Duan, Shantao Zhang, Xiangjian Meng, Shiwei Wu, Weida Hu, Xinran Wang, Junhao Chu and Jianlu Wang*. Programmable transition metal dichalcogenide homojunctions controlled by nonvolatile ferroelectric domains, *Nature Electronics* **2020**, **3**, 43

报告人/墙报展示人简介:

(简介内容采用宋体五号字体)

田博博，华东师范大学教授，重点研发计划首席青年科学家，国家优青。主要研究方向为铁电及其存算一体应用。以第一/通讯（含共同）作者身份在Nature Materials, Nature Electronics和Nature Communications等国际顶级期刊上发表存算一体领域论文50余篇。铁电感存算一体架构的成果入选2024年世界人工智能大会青年优秀论文奖。担任中国神经科学学会类脑智能分会委员会委员，Exploration、Nano-Micro Letter和InfoMat、Brain-X等高影响力学术期刊的青年编委。受邀担任应用物理学领域权威期刊Journal of Physics D: Applied Physics的客座编辑，并组织“铁电材料的神经形态计算应用”为题的专刊。



纳米光子材料与器件

戴庆¹

¹上海交通大学，上海市闵行区东川路800号，200240

*Email: daiqing@sjtu.edu.cn

摘要正文：

电子器件性能正在接近其物理极限，难以满足社会发展带来海量信息处理需求。与电子相比，光子具有速度快、能耗低、容量高等诸多优势。高速光电子芯片既能利用成熟的电子器件进行计算，又能发挥光子的传输优势，可以大幅提升信息处理能力，是未来信息器件的重要方向。在光电芯片中，光电互联方式决定了其集成度，从而影响其速度功耗，是提升芯片性能的关键。现有硅基光电互联器通过光电效应实现光电信号转换，但由于光学衍射极限的存在光模块很难缩小到纳米量级，导致集成度难以提升。因此如何从材料角度另辟蹊径，发挥材料光子学特性大幅减小光电互联器件的尺寸，是提高芯片集成度的关键所在。

极化激元是由入射光激发的沿介质表面传播的极化波，可具有突破衍射极限和动态可调等特性。这些性能由材料多方面性质决定，包括晶格排列、介电函数和能带结构等。我们的研究旨在利用石墨烯、氮化硼等低维纳米光子学材料在片内实现光电互联全过程，为下一代光电子集成芯片提供一种可能的光电互联方案。在跨尺度多界面的复杂介电环境中，如何对材料的极化激元进行高效调控，是实现上述方案的关键科学问题。我们的研究从新材料和结构设计出发，通过材料的可控制备、精确修饰和介电环境设计，发展物性与结构精确对应的碳基纳米光子学材料。进一步研究纳米光子学材料的极化激元和电子源发射性能和调控规律，实现不同光信息功能单元。最后建立跨尺度、多界面的多层范德华异质结构中杂化模式的耦合机制，实现不同极化激元功能器件之间的高效耦合与集成，以实现纳米光逻辑功能集成。

关键词：二维纳米材料；光电互联；极化激元；碳基纳米光子学

参考文献

- [1] Hai Hu*, Na Chen, Hanchao Teng, Renwen Yu, Mengfei Xue, Ke Chen, Yuchuan Xiao, Yunpeng Qu, Debo Hu, Jianing Chen, Zhipei Sun, Peining Li, F. Javier García de Abajo*, Qing Dai*. Gate-tunable negative refraction of mid-infrared polaritons. *Science*. 2023, 379, 558–561
- [2] Xiangdong Guo, Ning Li, Xiaoxia Yang*, Ruishi Qi, Chenchen Wu, Ruochen Shi, Yuehui Li, Yang Huang, F. Javier García de Abajo*, En-Ge Wang, Peng Gao* & Qing Dai*. Hyperbolic whispering-gallery phonon polaritons in boron nitride nanotubes. *Nature Nanotechnology*. 2023, 18, 529–534

报告人/墙报展示人简介：

（简介内容采用宋体五号字体）



戴庆，上海交通大学材料科学与工程学院院长、特聘教授、博士生导师，入选美国光学学会、发展中国家科学院青年通讯、英国皇家化学会三大国际会士。获国家杰出青年科学基金（2019）、国家重点研发计划首席科学家（2021）、中国青年科技奖（2019）、何梁何利创新奖（2022）及三次中国光学十大进展等荣誉。2011年获英国剑桥大学博士学位，次年回国入选国家海外青年人才计划，专注纳米材料物性与器件研究，在二维材料极化激元调控等领域取得重要突破。近五年以通讯作者在 *Science*（2 篇）、*Nature*（1 篇）及 *Nature* 子刊（22 篇）等发表 SCI 论文 120 余篇，成果被 *Nature* 高亮报道，授权专利 46 项。曾担任香山科学会议等学术会议执行主席，现任 *Nanoscale* 等期刊副主编及 *Nature* 系列期刊特约审稿人。