

同天发《自然》两支团队取得重要突破

我校2项科研成果于1月29日凌晨同时发表于《自然》(Nature)。

集成电路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、马顺利团队研制“青鸟”原子层半导体抗辐射射频通信系统依托“复旦一号”(澜湄未来星)卫星平台,在国际上首次实现基于二维电子器件与系统的在轨验证,开辟了原子层半导体太空电子学领域,标志着人类向构建高可靠、轻量化太空电子系统迈出关键一步。

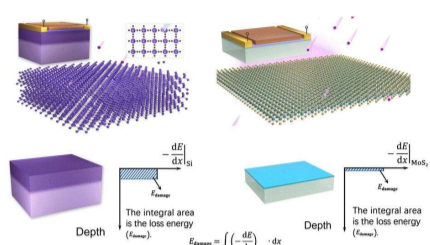
应用表面物理全国重点实验室吴施伟、袁喆团队发现了一类特殊的低维反铁磁性体系,首次观测到其在外磁场下展现出确定性的双稳态整体切换,并完善了经典理论框架用以描述其背后的物理机制该成果,揭示了低维层状反铁磁体磁化翻转的关键因素与独特效应,推动反铁磁材料研究迈出从“有趣而无用”到“可读可写”的关键一步,为开发新一代低功耗、高速运算芯片提供了新路径。

全球首次实现二维电子器件的太空在轨验证

高性能通信系统始终是太空任务的“关键纽带”。然而,在太空中,高能粒子等空间辐射无处不在,严重威胁着航天器的在轨寿命。

如何才能增强电子器件的抗辐射能力,让通信系统寿命更长?当前主流的抗辐射方案与未来航天系统“轻量化、智能化、低成本”的发展目标背道而驰。

面对这一挑战,周鹏-马顺利团队创新电子通信系统,提出



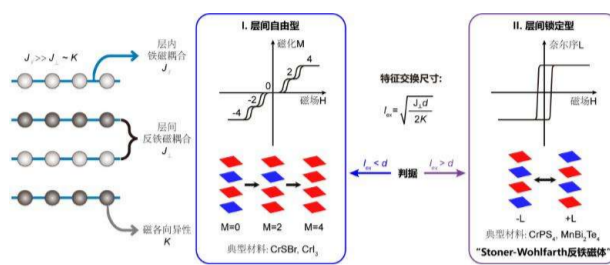
空间辐射免疫概念图

全新的技术路径。“加强化学键强度、增加冗余等传统抗辐射方案,都是在进行硬性对抗。而我们秉持‘它强由它强,明月照大江’的理念,让辐射粒子‘穿堂而过’、不做停留,好比现实世界里的玻璃对于可见光,二者和谐共处,不带来伤害。”周鹏解释。

历经五年多探索,团队在材料、器件、搭载卫星等多点协同攻关,制备了4英寸基于单层二硫化钼(MoS₂)的抗辐射集成射频(12~18 GHz)通信系统,该系统被命名为“青鸟”,能够应用于星载通信。

研制“青鸟”(QingNiao)原子层半导体抗辐射射频通信系统,搭载卫星成功发射。随着“青鸟”系统将《复旦大学校歌》成功传回地面,开辟了“原子层半导体太空电子学”的创新领域,“超长寿命”与“超低功耗”的双重优势,为二维电子系统在深空探测、高轨卫星等空间任务中带来了独特竞争力。

“在航天领域,可靠性和功耗往往比极致的小型化更重要。”周鹏指出,该系统在长寿命与低功耗方面的天然优势,使其在规模化应用后,全生命周期成本将显著低于传统抗辐射方案,“是一个价值可达数十亿甚至百亿美元级别的潜在市场”。



二维层间反铁磁的两类磁化翻转行为

论文链接:

<https://www.nature.com/articles/s41586-025-10027-9>

反铁磁的“集体舞蹈”从“有趣无用”到“可读可写”

在磁学领域中,物理学家们对一种叫“反铁磁”的材料又爱又愁。它比人们手机、电脑里使用的铁磁更稳定、更抗干扰,而且理论上运算速度能快上千倍,是制造高速率、低功耗器件的理想材料。

然而,反铁磁像一对紧紧抱在一起、方向完全相反的磁铁,整体看起来没有磁性,也对外磁场不敏感。因此,常规手段难以探测到它,且很难去操控和改变它的状态。正因如此,因反铁磁理论工作获诺贝尔奖的物理学家Louis Néel认为,反铁磁材料是“有趣而无用的”(interesting but useless)。

近几年,二维层状反铁磁材料因其独特的层状磁结构和多样的调控手段而备受关注,但这种材料薄到仅有几个原子层,横向尺寸也只有微米大小,国际上长期缺乏有效的实验平台用以研究。

对此,吴施伟团队成功研制了具有自主知识产权的无液氦

非线性磁光显微系统,为低维反铁磁性的实验研究建立了新型范式。

一般而言,当一束红光照射在材料表面,反射出来的光通常也是红色。但若材料的某种“对称性(中心反演对称性)”被打破,就会发出不同颜色的倍频光。这种信号,被称为“二次谐波”。

“层间反铁磁结构可以打破这种‘对称性’,加之非线性光学二次谐波具有原子层灵敏度,因此特别适合于研究常规实验手段无法探测的低维层间反铁磁性。这跟杨振宁、李政道先生强调的‘对称性是物理学根源之一’的理念是相通的。”吴施伟解释,“尽管如此,强磁场下的非线性光学研究极易受测量系统中非材料本征的法拉第效应的影响,不过我们也具备相应解决方案以有效剔除实验假象。”

当有了二次谐波这盏低维反铁磁性的“探照灯”后,团队便能目睹各种层状反铁磁体在磁场下的真实行为。最理想的状态,是所有磁性层同时发生“整体翻转”,即舞者的步调完全一致,同一时间内上下层全体同步“转身”,在保持反铁磁态的基础上实现方向的切换,即“层间锁定型”。寻找满足这

一要求的反铁磁材料,对于构建基于反铁磁的新型存储器件至关重要。

当团队发现,偶数层CrPS₄的信号强度在磁场下竟表现为单一的磁滞回线时兴奋不已——这意味着反铁磁体可以被磁场整体切换,并且能够用非线性光学手段灵敏地捕捉到这一行为,令反铁磁材料研究实现了从“有趣而无用”到“可读可写”的关键跨越。

物理研究不仅在于发现现象,更在于理解其本质。袁喆领衔的理论物理团队,为实验发现建立起了一套坚实而优美的理论框架。受经典铁磁“Stoner-Wohlfarth模型”启发,团队将其推广至反铁磁体系,创新性地提出了“Stoner-Wohlfarth反铁磁模型”,用于定量判断任意二维层状反铁磁体的磁切换行为。

该模型不仅完美解释了为何CrPS₄等材料(类似的还有MnBi₂Te₄)是理想的反铁磁材料,更为未来定向设计高性能反铁磁材料提供了关键理论指引。日后,Stoner-Wohlfarth反铁磁模型有望写入教科书,成为反铁磁领域的标准模型之一。它的提出与完善,生动诠释了理论物理和实验物理的紧密协作。

“我们想从理论上再往前走得更远一些,做更多的探索。”团队期待,该成果能为反铁磁动力学基础研究以及技术应用带来变革性突破,加速低维磁性研究,为未来低维磁性材料集成到自旋电子学等领域开辟新的路径。

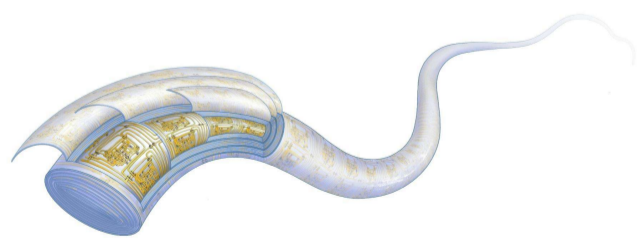
论文链接:

<https://www.nature.com/articles/s41586-025-10019-9>

本报记者 邓 晗 殷梦昊

图片新闻

“纤维芯片”问世



“纤维芯片”概念图

彭慧胜、陈培宁团队突破传统芯片硅基研究范式,率先提出并制备“纤维芯片”,在弹性的高分子纤维内实现大规模集成电路,成功将供电、传感、显示、信号处理等多功能集成于一根纤维之内,为纤维电子系统开辟全新的集成路径。有望为脑机接口、电子织物、虚拟现实等新兴产业提供强有力的技术支持。

该成果于1月22日凌晨以《基于多层螺旋架构的纤维集成电路》(“Fibre integrated circuits by multilayered spiral architecture”)为题发表于《自然》(Nature)期刊。

本报记者 殷梦昊 实习记者 丁超逸

牵头作答长江十年禁渔“期中答卷”

长江,出现了一些令人欣喜的变化,武汉段、南京段等水域频频出现长江江豚“母子同游”;时隔30多年,在长江中游发现了鳊的产卵场;时隔20多年,在重庆江段发现了自然繁殖的圆口铜鱼鱼卵;退捕渔民们捧着自己种植的柑橘笑得开怀……2021年全面启动实施的长江十年禁渔,由我校牵头,交出了一份沉甸甸的期中答卷。

2025年,农业农村部委托本单位作为长江十年禁渔中期评估的牵头单位。课题组历时近一年,形成了《长江十年禁渔的探索实践、规律认识与对策建议——长江十年禁渔中期评估报告综述》(以下简称《报告综述》),以及1个总报告和4个专题报告(共约20万字)的研究成果。

课题组经过反复研讨,形成了包含4项一级指标、10项二级

指标、28项三级指标、87项细化指标的综合评估指标体系,综合运用学理研究、公共政策分析、实地调研、问卷调查和典型案例等方式,系统对比分析历年长江流域水生生物资源及生境状况公报和水生生物资源专项调查数据,力求客观准确反映水生生态演变轨迹与趋势,增强评估科学性和客观性。

从生态效益维度的“水生生物资源恢复”,社会效益维度的“退捕渔民转产就业成效”,到经济效益维度的“产业转型和结构优化”,再到治理成效维度的“禁捕退捕政策落实率”“执法监管能力建设”等,每一项指标都可量化,为系统评估大河流域生态保护治理成效提供了科学工具。

2025年,课题组先后赴云南、贵州、重庆、湖北、江苏等沿江10省(直辖市)30多个县(市、区)开展实地调研、座谈研讨和

访谈交流,全面评估各项政策措施的落实情况。从评估结果看,长江重现“鱼跃豚欢”生机,鱼类资源量恢复态势总体向好。2024年长江干流单位资源量较2021年平均增长123.7%;四大家鱼在长江中游监测断面卵苗资源量为83.2亿粒(尾),是禁渔前2020年的6.2倍。土著鱼类是水域生态健康和水生生物恢复的“红绿灯”。2021—2024年,长江流域累计监测到土著鱼类344种,种类数比禁渔前(2017—2020年)增加36种。物种多样性水平稳步回升,珍稀濒危物种保护取得新突破,水生生物种群和群落结构逐步优化,栖息生境总体稳定,生物完整性指数稳中有升。

守护长江,仍需久久为功。《报告综述》聚焦“十五五”时期,提出了21条务实管用的具体建议。 本报记者 叶 鹏