



光电子技术的“破茧”之路

■本报记者 胡珉琦

近日,中国科学院半导体研究所(以下简称半导体所)“半导体光电子器件及集成技术”入选了中科院“率先行动”计划第一阶段重大成果及标志性进展。

作为国家信息产业的“破茧”之路,光电子技术在宽带互联网、高性能计算、智能机器人、先进制造和智慧城市等多个领域起到关键性支撑作用。它也因此成为了衡量一个国家综合实力和国际竞争力的重要标志。

认准了半导体光电子器件及集成技术是构建未来信息社会的核心和基础,半导体所在“十二五”和“十三五”期间,分别将其作为重点培育方向和重大突破方向,坚持面向国家重大需求,突破半导体光电子器件及集成技术的瓶颈,研制出自主可控核心光电子器件,以实现其在光通信、光互连、光传感等领域的典型应用。

在限制中突破

新一代信息技术、机器人、航空航天装备、新能源汽车、新材料、生物医药及高性能医疗器械等,这些中国重点制造领域都离不开一项支撑技术——激光技术。

而半导体激光器是全固态激光、光纤激光、气体激光等的泵浦源,是核心器件,不可或缺、不可替代。但我国在激光芯片方面的发展现状却是低端芯片依赖进口,高端芯片受制于人。

1996年11月开始实施的《瓦森纳协定》明确了对中国禁运的半导体激光芯片的清单,且随着技术的演进,每年清单中的器件类型、器件指标都在不停更新,旨在将中国的半导体激光器应用限制在低端水平。

2003年博士后研究工作结束后返回半导体所的郑婉华,只想到了一条出路——突破高性能激光芯片技术,而且必须探索一条自主发展的道路,实现换道超车。

当年她向科技部提出建议,中国应该创新发展光子晶体半导体激光器新原理与新技术,解决半导体激光器面临的功率密度

低、光束质量差的世界性难题。这一提议不仅获得了“863”项目的支持,后期也得到了国家自然科学基金等新项目的帮助。郑婉华团队在2006年率先在中国实现光子晶体激光激射的少数几个国家之一。

许多半导体人都有着和郑婉华一样的境遇和经历。“限制”反而成了光电子技术突破的磨刀石。

同样艰难迎战的还有光通信芯片团队。国家宽带网络建设的核心芯片,以前主要掌握在美国、日本、韩国、丹麦及英国等国的几家企业手中,中国以进口芯片封装为主。面对国家光网络建设需求,半导体所经过10多年的技术攻关,不仅解决了光分路器及AWG芯片设计及关键工艺问题,还实现了光分路器及AWG的成果转化。如今,光分路器芯片全球市场占有率达50%以上,AWG芯片实现海外市场突破,有力保障了我国宽带网络建设芯片的自主可控,促进了我国硅基光子学器件的产业链完整性建设。

度过漫长的沉默期

光电子技术,特别是芯片技术,一头是研发,一头是制造。要从这一头走到那一头,并且稳稳地落地,常常是孤独又漫长的。

2010年,半导体所光通信芯片团队开启了成果转化之路。10年中,他们需要解决损耗均匀性、芯片良率、工艺稳定性、一致性及可靠性等一系列问题。“这些问题在半导体所基础研究中并非重点关注的问题,而在产业化中却是必须解决的。”半导体所研究员安俊明告诉《中国科学报》,为此,一款芯片需要30多次的设计优化制版、上百次的实验流片验证,才能使芯片性能达到国际同类芯片水平,与国外芯片同台竞争。

他说,团队还非常注重每个细节的芯片开发方式。“比如AWG芯片,结构中分五大部分,还有上千条波导的结合,而涉及的性能参数,每个通道就有十多个,看似千头万绪。一个参数的好坏受多方面的影响,

如何准确判断问题所在?团队人员会把芯片的每一部分分别进行研究,不放过任何可能的影响因素,才使问题一步步得到解决。”

为了加快研究进度,团队想了各种办法。安俊明说:“我们经常会有一些方案,大家会预测结果,比如我们曾经预测第一次流片的光分路器损耗,有的说会达到10dB以下,有的说刚流片,不会那么乐观,这种打赌的方式也提升了转化速度。”

郑婉华也坦言,实验室的技术成果向市场转化的过程困难重重。

在她看来,半导体激光芯片是一个高资金投入、高密集人才、高度设备依赖的技术,如果上述问题得以克服,仍然面临实验室样品向批量转移中的诸多工程技术难题。“因为我们先于国外开展这种高端激光芯片的批量制造,因此解决这些难题没有捷径可走,必须投入时间、人力、物力,且需要全体人员不浮躁、沉下心,一个难题一个难题攻克。”

“半导体光电子技术领域的研究工作,目前都是硬骨头工作,存在发表文章难、出成果难的问题。在人才培养方面,由于很难获得各种人才称号,我们只能以身作则,以国家需求为己任,留住人才。”郑婉华说。

壮大转化队伍

半导体所除了以基础前沿为引领来立身,同样重要的是在全面服务国家重大需求和国民经济发展中发挥不可替代的基础支撑作用。急国家和市场之所需一直是该研究所坚持的科研文化。

郑婉华表示,得益于国家、中科院“率先行动”计划和研究所技术转移方面的优惠政策,最大化地提升了年轻人的收入水平,从而逐渐吸引了一些有理想、有抱负的博士生留下来,投入到这项事业中。

(下转第2版)



中科院赣江创新研究院成立

本报讯10月10日,中国科学院赣江创新研究院揭牌仪式在江西省赣州市举行。中国科学院院长、党组书记白春礼出席揭牌仪式并讲话,江西省委副书记、省长易炼红出席揭牌仪式并致辞。中国科学院副院长、党组成员张涛,党组成员、秘书长汪克强和来自院内外近20家单位有关院士专家参加。

揭牌仪式上,汪克强宣读了中国科学院关于成立中国科学院赣江创新研究院的通知。易炼红指出,中科院赣江创新研究院的设立,填补了江西无大院大所直属机构的空白,对江西省进一步优化创新格局、完善创新机制、提升创新能力、加快创新型省份建设,具有十分重要的意义。衷心希望中科院赣江创新研究院充分发挥科研优势,强化“产学研用金”结合,加快推动江西省产业发展迈上新台阶;院省双方以此次揭牌为新的起点,不断扩大合作领域、深化合作层次、提升合作水平,实现优势互补、互利共赢。

白春礼在讲话中指出,中科院赣江创新研究院正式揭牌成立,是院省双方贯彻落实习近平总书记重要指示精神的重大战略举措和重大进展成果。中

科院赣江创新研究院是中科院在江西省设立的第一个院属事业单位,是院省科技合作的里程碑。他强调,要深入学习贯彻习近平总书记系列重要讲话精神,切实承担起国家战略科技力量肩负的历史使命。要坚持和加强党的领导,在赣江创新研究院发展建设中充分发挥基层党组织的战斗堡垒作用和广大党员的先锋模范作用;大胆进行管理体制和机制的创新探索,探索建立新时期科研院所现代治理体系;牢固树立人才为本理念,坚持引进与培养并重,努力营造“感情留人、环境留人、待遇留人、事业留人”的创新生态;打破地域、区域、领域的界限,有效集聚各类相关科技创新资源,形成完整创新链条,建立高效的科技成果转化机制和合理的利益反馈制度,以科技创新推动产业发展;大力弘扬科学家精神,将中科院创新文化与赣南红色基因相融合,牢固树立“创新为民、科技报国”的科研价值观,让青春在赣江创新研究院发展中闪光,努力把赣江创新研究院早日打造成为在国际上具有重要影响的一流国家科研机构。

白春礼、易炼红等共同为“中国科学院赣江创新研究院”揭牌,并参观了实验室。(柯讯)

新型电极材料“助力”锂电池“快充”

本报讯(通讯员桂运安 胡冬寅)充电9分钟可恢复约80%的电量、2000次循环后仍可保持90%的容量……中国科学技术大学教授李恒星研究组与合作者全新设计的新型锂电池电极材料——黑磷复合锂材料,使兼具高容量、快速充电能力且长寿命的锂电池成为可能。该成果10月9日发表在《科学》。

随着环保意识深入人心,电动汽车愈发受到市场青睐,但漫长的充电时间令人望而却步。电极材料是决定电池性能的关键因素之一。“我们希望发现一款既能在综合性能指标方面给行业以期待,又能适应工业化电池生产流程的电极材料。”李恒星表示。论文第一作者、李恒星团队成员金洪昌介绍,能量通过锂离子与电极材料的化学反应进出电池,因此电极材料对锂离子的传导能力是决定充电速度的关键;单位质量或体积的电极材料容纳锂离子的多少,也是一个重要因素。

黑磷是白磷的同素异形体,特殊的层状结构赋予它很强的离子传导能力和高理论容量,是极具潜

力满足快充要求的电极材料。然而,黑磷容易从层状结构的边缘开始发生结构破坏,实测性能远低于理论预期。李恒星团队采用“界面工程”策略,将黑磷和石墨通过磷碳共价键连接,在稳定结构的同时提升了材料内部对锂离子的传导能力。团队还用轻薄的聚合物凝胶做成防尘外衣“穿”在复合材料表面,使锂离子可以顺利进入。

“我们采用常规的工艺路线和技术参数,将黑磷复合材料做成电极片。”论文共同第一作者、中国科学院化学研究所研究员辛森介绍,如果能够实现这款材料的大规模生产,找到匹配的正极材料及其他辅助材料,并针对电芯结构、热管理和新锂防护等进行优化设计,将有望获得能量密度达每千克350瓦时且具备快充能力的锂电池。

研究人员表示,在现有新技术的基础上,他们将在基础研究和规模制备方面继续探索,努力使研究成果更加贴近电池产业的现实需求。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.aav5842>

科学家开发出“反射率铁磁共振”技术

本报讯(记者黄辛)上海科技大学物质学院张磊课题组在时间分辨软X射线散射方法学上获得进展,开发出基于同步辐射X射线“反射率铁磁共振”技术。该技术可以广泛应用于研究磁性薄膜材料中的磁振子结构及自旋波的性质。相关研究成果近日发表于《物理评论快报》。

磁性薄膜是磁学领域中被广泛用于研究的材料体系之一,研究磁性薄膜自旋动力学性质的重要实验方法是铁磁共振。有限厚度的磁性薄膜材料,尤其是人工超晶格多层膜材料,在物理上是一个三维体系。然而,长期以来,在理论上这些薄膜多被处理为二维体系,在第三个维度(厚度方向)的研究开展甚少。

张磊课题组致力于开发基于同步辐射软X射线的新手段用于表征磁性薄膜的三维磁动力学性质。该研究着手于一个简单的实验:X光反射率(XRR)实验。当X光入射到含有界面的材料中(如多层膜)时,因为不同界面间距离导致了光程差,产生了在不同入射角下相干效应,即反射率随入射角的变化关系。这一效应常被用作标定薄膜厚度的方

法。另一方面,磁旋二色(XMCD)效应是表征磁性材料的基本谱学方法,将XMCD效应应用在XRR实验上将获得对于薄膜材料厚度方向静态磁结构的分辨。

在实现了XMCD的基础上,研究人员进一步增加了动力学模式,利用驱动X光的微波引发样品铁磁共振,同时探测的X光用XMCD-XRR的方式去测量某一个“冻结”时刻的三维磁结构。通过一系列频观测的方法,研究团队重构出薄膜材料不同深度下的时间分辨共振过程。研究人员发现,即便在经典的二维多层膜材料中,体系依然呈现出深度依赖的共振模式。宏观上看,体系在共振时从底层至顶层集体进动存在渐变的相位差,形成沿着厚度方向传播的自旋波。

“这一图像打破了对传统的磁性薄膜体系的认知,揭示了薄膜体系中磁振子存在垂直动量方向的色散关系的事实。”张磊告诉《中国科学报》。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.137201>

诺奖得主新技术：5分钟检测新冠病毒



本报讯2020年诺贝尔化学奖得主、美国加州大学伯克利分校教授Jennifer Doudna领导的研究小组利用CRISPR基因编辑技术,提出了一种只需5分钟就能检测出新冠病毒的方法。该测试方法不需要昂贵的实验室设备来运行,可以在医生的办公室、学校和办公楼中使用。相关成果发表于预印本平台medRxiv。

加州大学圣塔芭芭拉分校分子生物学家Max Wilson说,这看起来是一个绝对可靠的测试。

今年5月,两个研究小组报告了一种基于CRISPR的新冠病毒检测方法,这种方法可以在大约1小时内检测出病毒,比传统检测方法所需的24小时快得多。而此次新提出的检测方法是目前基于CRISPR最快的诊断方法。

CRISPR检测的工作原理是识别一个约有20个碱基的RNA序列,这是新冠病毒特有的碱基序列。他们通过创造一种与目标RNA序列互补的“向导”RNA,在溶液中与目标RNA序列结合。当“向导”RNA与目标RNA结合时,CRISPR工具的Cas13“剪刀”酶就会启动,并切断附近的单链RNA。而且,剪切会释放单独的荧光粒子进入测试溶液,当用激光照射样本时,释放出的荧光粒子就会发光,

表明病毒存在。

最初的CRISPR检测方法要求研究人员首先要扩增病毒RNA,然后再进行检测诊断,这无疑增加了检测的复杂性、成本和时间。这种新型CRISPR诊断方法不需要扩增新冠病毒RNA。

该团队还花了几个月的时间测试了数百种“向导”RNA,以找到多个可协同工作以提高检测灵敏度的“向导”RNA。研究人员报告称,使用单一的“向导”RNA,可以在每微升溶液中检测到10万个病毒。如果他们添加第二种“向导”RNA,每微升能检测100个病毒。

共同领导该项研究的加州大学旧金山分校病毒学家Melanie Ott说,该方法仍然不如传统的新冠病毒诊断装置好,后者使用昂贵的实验室机器追踪病毒,可实现每微升追踪一种病毒。不过,她说,新诊断方法能够精确地识别一批5个阳性临床样本,每次试验只需5分钟,而标准试验则需要1天或更长时间才能得到结果。

Wilson表示,新检测方法还有另一个关键优势:可以量化样本中的病毒数量。当传统测试通过扩增遗传物质来达到检测目的时,会改变现有的遗传物质数量,从而无法明确样本中病毒数量。与此相反,新检测方法检测到的荧光信号强度与样本中的病毒数量成正比。这不仅揭示了样本是否呈阳性,还揭示了患者携带了多少病毒。Wilson说,这些信息可以帮助医生根据每个病人的情况制定治疗方案。(辛雨)

相关论文信息:<https://doi.org/10.1101/2020.09.28.20201947>



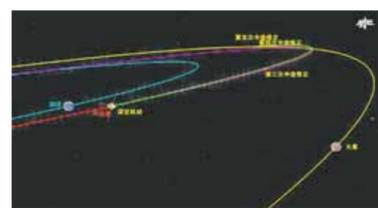
“天问一号”探测器完成深空机动

本报讯(记者甘晓 通讯员杨璐)记者从国家航天局获悉,10月9日23时,在我国首次火星探测任务飞行控制团队控制下,“天问一号”探测器主发动机点火工作480余秒,顺利完成深空机动。

据了解,为了减小飞行偏差,使探测器沿着预定的轨道飞行而进行的轨道控制称作修正。改变探测器当前轨道,使其进入一条新的轨道而进行的轨道控

制称作机动。此次轨道机动在距离地球约2940万千米的深空实施。“天问一号”的轨道设计,综合考虑了从发射到火星捕获的各种约束条件并使推进剂消耗尽可能小,采取了转移过程中进行一次深空机动的策略。

探测器将在当前轨道飞行约4个月后将与火星交会,其间将实施两到三次轨道中途修正。



探测器深空机动轨道示意图
国家航天局供图

10月10日,湖南省大鮑救护中心保育员在查看娃娃鱼孵化情况。

位于湖南省张家界市武陵源区的湖南省大鮑救护中心,建有室内娃娃鱼孵化区、养育区,并模拟娃娃鱼自然栖息地的溪流和洞穴环境建起800平方米的室外“生态溪”,供近3.5万尾不同年龄阶段的娃娃鱼原种与子一代在此“安家”。

目前该中心娃娃鱼“仿生态”繁育方法和溪流建设获得了两项国家专利,每年孵化的鱼苗有10000多尾,可以保障娃娃鱼的野外增殖放流和科研所需。

新华社发(吴勇兵摄)