

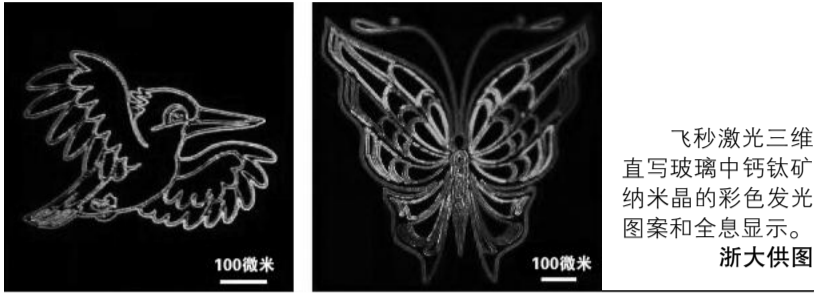
前沿点击

下一代显示和存储技术：“飞刀”来了

■本报记者 崔雪芹 ■柯益能

上世纪80年代,科学家发明了一种奇特的激光——飞秒激光,它具有超快、超强和超宽频谱的特点,现在很多眼科近视矫正手术都用到了飞秒激光。不过,飞秒激光与物质相互作用的机理错综复杂,仍然存在很多疑问,连科研人员都琢磨不透它的“脾气”。

1月21日,《科学》刊登浙江大学光电科学与工程学院教授邱建荣团队最新成果。该研究团队发现了飞秒激光诱导的空间选择性微纳分相和离子交换规律,开拓了飞秒激光三维极制造新技术,首次无色透明的玻璃材料内部实现了带隙可控的三维半导体纳米晶结构。这将为新一代显示和存储技术提供新的方向。



飞秒激光三维直写玻璃中钙钛矿纳米晶的彩色发光图案和全息显示。浙大供图

光存储不仅功耗小,而且容量有望达到1PB/光盘,将是一个大有可为的发展方向,预期存储寿命将达到几百万年之久。

飞秒激光的惊人之处

飞秒是度量时间长短的一种计量单位,也称为毫微微秒,1飞秒为1秒的一千万亿分之一。飞秒激光,顾名思义就是在飞秒的时间段内发出的脉冲激光,也就意味着能量在飞秒间释放。

飞秒激光有何惊人之处?一是瞬时峰值功率非常高,二是能聚焦到比头发的直径还要小的空间区域内,使电磁场的强度比原子核对其周围电子的作用力还要高。

这样的强度远远超过了原子内部相互作用的库仑场,所以,飞秒激光脉冲能轻易使电子脱离原子的束缚,形成等离子体。

正是因为具有超快、超强的特点,飞秒激光被广泛应用于信息、环境、能源、医疗等各个领域。“为什么飞秒激光能用来做眼部手术?因为眼部神经血管很丰富,手术需要稳、准、狠,而这把“激光刀”干净利落,只对聚焦点区域产生作用,不影响

周围环境。”邱建荣说。

揭开“飞刀”秘密

当将飞秒激光聚焦到透明材料内部时,会产生一系列基于多种非线性效应的物理化学动力学过程。尽管飞秒激光有这么多种用途,但是科研人员对其机理依旧知之甚少。

邱建荣团队长期从事飞秒激光与材料相互作用研究,并取得一系列高度原创的重要突破。比如他们发现了飞秒激光诱导折射率变化、偏振依赖纳米光栅、沿激光传播方向周期性纳米孔洞等新现象和机制,开拓了空间选择性操控离子价态、直写三维光波导、析出和擦除功能纳米晶体等新技术,部分成果已经在集成光路、光通信等领域得到应用。

取得这次成果的第一步是制备均匀透明玻璃。“如果玻璃里面有一点气泡、结石或者条纹,就会影响折射率

分布,最终导致基于多光子效应的光与玻璃相互作用效果的剧烈变化。”邱建荣说,研究团队利用长期研究积累的丰富经验,在大量实验的基础上,成功烧制出了均匀的适合激光加工的前驱体玻璃。

接下来的一步就是把飞秒激光聚焦照射到玻璃内部。但是在试验初始阶段,邱建荣团队并没有找到规律,于是开启了他们一贯的“地毯式轰炸”模式,反复调整和试验。

在经过精心设计和一系列优化后,该团队最终达成了理想的超快激光雕刻工艺,成功在玻璃内部实现了组分可调的钙钛矿纳米晶,在“一瞬间”的时间尺度随心所欲完成结构和性能操控。

接下来是如何进一步让激光在瞬间刻出由众多像素点构成的三维图像,如何利用透射扫描电镜观察比头发丝还要细得多的刻痕。团队在踏踏实实的研究中攻克了一个个难关。

将成为新一代的存储和显示材料

2019年,邱建荣团队第一次成功实现调控一种发光颜色。经过系统研究,如今他们已经能调控多种发光颜色了。

“我一直认为科学研究没有什么捷径可走,我们需要老老实实一步一步脚印地开展。”邱建荣说。

团队以含Cl-Br-I的卤氧化物复合玻璃为例,实现了在玻璃中具有可调谐成分和带隙的钙钛矿纳米晶3D直接光刻,形成的纳米晶在紫外线照射、有机溶液浸泡和250摄氏度高温环境中表现出显著的稳定性,展示了这种3D结构纳米材料在光存储、Micro-LED和全息显示方面的应用。

为了进一步展示该技术的特点,研究人员在微米级精度内实现了应用于多维信息编码和防伪的钙钛矿纳米晶彩色图案化,以及在一块Cl-Br-I共掺杂玻璃内部的全息发光图案和3D微螺旋直写以及三维全息显示。由于超快激光诱导的液相纳米分离只发生在玻璃内部的局部位置,三维激光直写技术排除了材料合成和器件加工过程中有机组分(试剂和溶剂)的污染。此外,稳定性实验表明该类器件可以在各种环境中长期使用。

此研究的一个应用方向就是三维、四维甚至更多维度的光存储。“现有的存储设备多为磁存储,有一些缺点,一是使用寿命只有3到5年,二是耗能比较大,散热要求高。”论文通讯作者之一、之江实验室谭德志博士表示,光存储不仅功耗小,而且容量有望达到1PB/光盘,将是一个大有可为的发展方向,预期存储寿命将达到几百万年之久。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1126/science.abj2691>

按图索技

虽然蚕丝以服装和纺织品的一种成分而闻名,但实际上这种材料有着广泛的用途,从生物医学到环境科学都有它的身影。在近日出版的《应用物理评论》上,来自美国塔夫茨大学的研究人员综述了蚕丝的性能及其近期和未来应用。

论文指出,蚕丝是一种重要的生物材料,它不会在人体中产生免疫反应,并能促进细胞的生长,因此被用于药物递送。最近,蚕丝已经进入可持续研究领域。由于该材料的柔性和良好的工艺性能,它也是理想的可穿戴和植入式健康监测传感器。

作为一种光学透明且在纳米和微米尺度上易于操作的材料,蚕丝在光学和电子学方面大有用途,如开发衍射光学、光子晶体、波导以及其他设备。此外,蚕丝涂层可以用于减少食物浪费。它可以保存食物,也能在食物变质时进行提示。

重要的是,这种材料是自然而成的,也可以从回收或丢弃的衣服和其他纺织品中进行再加工。

“我们正在进行不同学科的整合。”论文作者Giulia Guidetti说,“例如,我们可以将蚕丝用作药物递送的生物医学设备,也可以在该设备中纳入光学响应。同样的过程有朝一日可以应用到食品供应链上。”

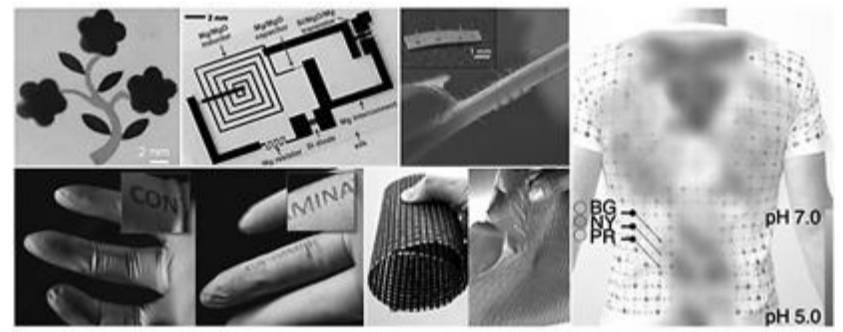
蚕丝是“万能”的,通常优于传统

材料,因为它可以很容易地进行化学改性和调整,以获得特定的性能,或者根据其最终用途组装成特定的形式。然而,能否控制和优化这些性能取决于人们的认知。

论文作者Fiorenzoomenetto说:“大自然擅长的事情很多,比如生产蚕丝,但它涵盖的维度、参数空间过于庞大,这也带来了挑战。在技术方面,我们希望制造出具有可重复性的材料,而这需要一个日渐完善的过程。”

科学家希望看到蚕丝用于更多的材料和设备,比如其可能成为传感器不可分割的组成部分,以获取人体或环境的各种突发数据。(王方)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1063/5.0060344>



蚕丝可广泛应用于纳米图案、电子设备、可穿戴传感器等。图片来源:Giulia Guidetti等

集装箱

单浮体气动式波浪能发电技术获进展

本报讯(记者朱汉斌)近日,《中国科学报》从中科院广州能源研究所获悉,在2020年度国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目“自航单浮体气动式波浪能高效转换机理研究及验证”的支持下,该所海洋能研究室充分发挥振荡波的优势,创新研发了一种单浮体气动式波浪能发电模型。

海洋波浪能分布广泛,具有巨大的开发潜力。波浪能转换系统环节多,每一环节均受制于海洋波浪的不定性,难以实现转换效率的显著提升,因此关于整机转换效率提高的研究始终是各个热门课题。波浪的不定性一方面导致能量转换系统效率的提高具有较大难度;另一方面其波动传播的特点又为能量聚集创造了条件。

鉴于发电模型研究是开发海试样机中的一个重要过程,中科院广州能源研究所海洋能研究室研究团队依据国际上的测试规范,在国家海洋技术中心多功能造波水池对单浮体气动式波浪能发电模型进行了测试,得到了规则波下波电转换特



单浮体气动式波浪能发电模型。郑望舒供图

性和不规则波下波电转换特性。测试结果表明:所完成的规则波工况中,在平均周期为2.58秒、平均波高为0.1040米的工况下,电池负载下最大波电转换效率为63.36%;所完成的不规则波工况中,在波峰周期为2.62秒、有效波高为0.1412米的工况下电池负载下最大波电转换效率为30.17%。

清华大学自主研发的新型发动机成功发射

本报讯(记者陈彬)1月24日,清华大学航天航空学院教授王兵团队进行了自主研发的新型发动机的飞行演示试验。在预定的高度和速度范围内,发动机成功点火、稳定工作,试验取得圆满成功。该试验表明我国已经掌握该新型发动机的自主研发与工程实现能力。

在航空领域宽速域、跨空域飞行的发展趋势下,传统空天动力在性能提升方面遇到理论极限与技术瓶颈。王兵带领的喷气燃烧与推进实验室团队,在多年研究火箭发动机燃烧不稳定性基础上,敏锐地把握空天科技

的领域前沿,在国内几乎空白、国际上方兴未艾的情况下,从零起步,构建了新型热力循环方式,自主研发研制新型冲压发动机。

结合数值仿真与实验,实验室团队经过近10年的探索与尝试,克服触发难度大、可控性差、机理掌握和认知不充分等困难,解决发动机点火、宽流量宽流量调节、自主可控等关键问题,在机理研究、数值计算、结构设计、实验方法等方面取得重要突破。

据介绍,此次试验任务由“清航·大兴号”两级火箭助推执行。一级火箭分离后,二级火箭将任务段发动机

推到预定高度和速度。发动机进气道实现高效吸气,供油系统将航空煤油雾化喷入燃烧室,点火系统顺利启动,燃烧室与发动机稳定工作,获得持续推力,试验取得圆满成功。

“通过此次飞行任务,我们了解了真实飞行条件下工作环境参数变化对发动机燃烧室运行特性的影响,充分验证了发动机的真实工作特性,并验证现有技术路线的可行性,为新技术走向工程化和产品化提供了重要的试验数据,积累了飞行经验。这一成果将进一步丰富我国航空航天事业的图谱,在新型动力方面具有重大战略意义。”王兵说。



火箭升天(示意图)。清华大学供图

92.1%! 大数据提升宫颈癌筛查准确率

■本报记者 沈春蕾

来自世界卫生组织的数据显示,宫颈癌是全世界女性第二高发癌症,2020年全球有超过50万妇女罹患宫颈癌,并有约34.2万人因此死亡。

近日,中科院苏州生物医学工程技术研究所研究员高欣团队提出了一种跨模态融合细胞学检查、HPV检测和阴道镜图像检查结果的综合筛查无创筛查新方法。相关成果发表于国际医学信息学协会官方期刊International Journal of Medical Informatics。

无创筛查方法有误差

当前,虽然接种HPV疫苗能够显著降低宫颈癌的发病率,但是HPV疫苗的覆盖面有限,特别是在高龄妇女人群和发展中国家未得到有效接种。为此,世界卫生组织在2020年提出加速消除宫颈癌全球战略,呼吁适龄女性定期接受宫颈癌筛查,从而有效预防或及时治疗宫颈癌。

“虽然宫颈区域组织活检是确诊宫颈癌的金标准,但病理活检有创,不仅体验不佳,而且还可能引起宫颈出血、感染等并发症,不适用于大规模人群的定期筛查。”高欣告诉《中国科学报》,宫颈病变无创筛查成为首选方法。

细胞学检查、HPV检测和阴道镜图像检查是临床常用的宫颈病变无创筛查方法,但每一项检查均可能存在

误差。

高欣解释道:“细胞学检查需要从宫颈区域刮取细胞,在显微镜下进行细胞学检查,但可能会存在没有刮取到特定细胞的情况,导致取样失败。另外HPV病毒感染比较常见,但是HPV病毒持续感染才会引发病变,如果用HPV检测结果是否阳性去判定病变程度,会带来比较高的假阳性。”他还同时指出,被检查者如果发现细胞学检查或HPV检测阳性,那么就会去做阴道镜图像检查,但现在阴道镜图像的诊断主要依靠医生肉眼检查,诊断标准是主观定性的,不同经验的医生可能会给出不同的诊断结果,可重复性较弱。

提升宫颈病变无创筛查效率,已成为广大妇女的健康福音。“实现客观、精准的早期筛查,有助于临床建立全覆盖的宫颈癌筛查体系。”高欣表示,该团队在2020年开始了这项研究,希望能够为《健康中国行动(2019—2030)》中妇幼健康促进行动的落实贡献一份力量。

跨模态构建筛查模型

高欣团队与同济大学医学院附属上海市第一妇婴保健院合作开展了此项研究。高欣团队主要负责数据分析和模型构建工作,上海市第一妇婴保健院主要负责数据收集整

理工作。

据悉,宫颈癌前病变分为三个等级(CINI、CINII和CINIII),低级别病变是指CINI、炎症或正常,高级别病变是指CINII/III或宫颈癌。“高低级别病变的治疗方式有所不同,低级别病变往往只需要定期观察或药物治疗,但高级别病变需要做宫颈锥切等有创手术进行治疗。”高欣说,对患者的病变程度进行有效诊断很重要。

为此,高欣团队分析了2016—2019年在上海市第一妇婴保健院参加宫颈检查的女性的数据,共纳入2160名接受宫颈病变筛查的受试者,其中正常或低级别病变1718例,高级别病变或宫颈癌442例。

高欣介绍,团队利用深度学习方法构建了阴道镜图像自动筛查模型,输出患者病变概率,实现阴道镜图像客观定量的解读。团队还对细胞学检查结果和HPV检测结果进行类别编码,采用逻辑回归方法将类别编码与阴道镜图像自动输出的病变概率跨模态融合,从而构建综合筛查模型。

相关研究表明,基于跨模态融合的综合筛查模型的准确率达到92.1%,显著优于单一筛查方法。“细胞学检查、HPV检测和阴道镜图像检查的准确率分别为74.9%、74.2%和75.1%。”高欣说,“我们的研究证明现有筛查方法所反映的疾病特征具有较好的互补性。”

检查费用不会增加

如何将结构形式不同的数据有机整合?这是高欣团队在研究中遇到的最大困难。“我们收集到的数据来源于不同的检查方法,包括结构化(细胞学检查和HPV检测结果)和非结构化(阴道镜图像)的数据,整合多源异构医学数据是难点。”

高欣团队给出的解决方案是,利用深度学习实现阴道镜图像客观定量的解读,将非结构化的阴道镜图像数据转化为结构化的病变概率值,与结构化的细胞学检查结果、HPV检测结果进行融合建模。

如今,我国宫颈癌高发态势仍未扭转,特别是基层医疗机构的宫颈筛查能力较弱。高欣表示:“通过信息深度融合实现筛查效率的提升,不仅为客观、精准的宫颈病变筛查提供了更加完备的手段,还有助于提升我国基层医疗机构的宫颈癌早期筛查能力。”

基层医疗对费用比较敏感,高欣透露,对于检查者来说,检查费用不会增加。因为新方法不需要增加额外的检查项目,可以在不改变现有宫颈病变筛查流程的情况下,有效整合现有临床检查手段,弥补单一检查的局限性,通过信息深度融合实现筛查效率的提升。相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.jimedinf.2021.104675>

院企合作研发高炉煤气精脱硫技术

本报讯(见习记者李清波)近日,中科院山西煤炭化学研究所(简称山西煤化所)、湖北稀金新材料技术有限公司、武汉华德环保工程技术有限公司三方共同签署了高炉煤气精脱硫技术开发、工艺开发协议。

山西煤化所所长房倚天表示,《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》明确提出要加强源头控制,高炉煤气、焦炉煤气应实施精脱硫,主管部门对末端烟气二氧化硫的排放也提出了更严的标准,钢铁行业排放现状与超低排放指标要求还有一定差距。高炉煤气精脱硫要求钢铁行业选择成熟适用的环保改造技术,以更高的

标准,加快破解发展中的环保问题。目前,全国钢铁行业有1600台以上的高炉、转炉、焦炉,市场前景广阔,相关技术需求迫在眉睫。

高炉煤气脱硫的关键是有机硫的脱除,国内现有工艺脱除效率均不理想。山西煤化所研究员赵建涛表示,该所开发了预脱除煤气中酸性组分的保护剂,可降低毒害组分浓度,以及具有优异孔道结构和氧迁移能力的水解催化剂,实现真实工况条件下的高水解转化率和长使用寿命。下一步将在高炉煤气生产现场开展工艺设备试验。

“量子计算全球开发者平台”上线

本报讯(记者赵广立)近日,记者从2022量子计算产业赋能大会上获悉,由合肥本源量子计算科技有限责任公司(简称本源量子)与合肥市大数据公司共同打造“量子计算全球开发者平台”正式上线。

记者了解到,该平台前身为国内首个以量子计算为主要特色的双创平台,目前正式升级为2.0版,更新为“量子计算全球开发者平台”。更新后,该平台将面向全球量子计算爱好者和开发者,提供全面丰富的量子计算服务,旨在打造国内首个“经典—量子”协同的量子计算开发和应用示范平台,推进量子计算产业落地。

据介绍,“量子计算全球开发者平台”具有完全知识产权,面向行业用户提供量子算法开发、量子计算应用等方案,致力于量子技术人才培养、量子计算初创企业

孵化,助力量子科技产业持续发展。该平台有四大板块,量子计算教育板块提供丰富的在线教育资源;量子计算编程板块提供可拖拽式的图形化编程页面;量子计算开发工具板块则为量子计算开发者提供从量子编程语言到量子编程框架等全套开发工具;量子计算应用则展示了量子计算在各个行业的落地场景应用。

“量子计算全球开发者平台”将继续通过“云上”和“线下”两种模式提供服务。开发者在“云上”接入平台,可随时进行量子计算学习、项目开发和创新应用。合肥市大数据产业示范园则在“线下”提供物理场地和双创服务平台,采用“基地+基金+数据+定制服务”运营服务模式,构建大数据生态链,为量子计算领域创新创业者提供全方位双创服务。