

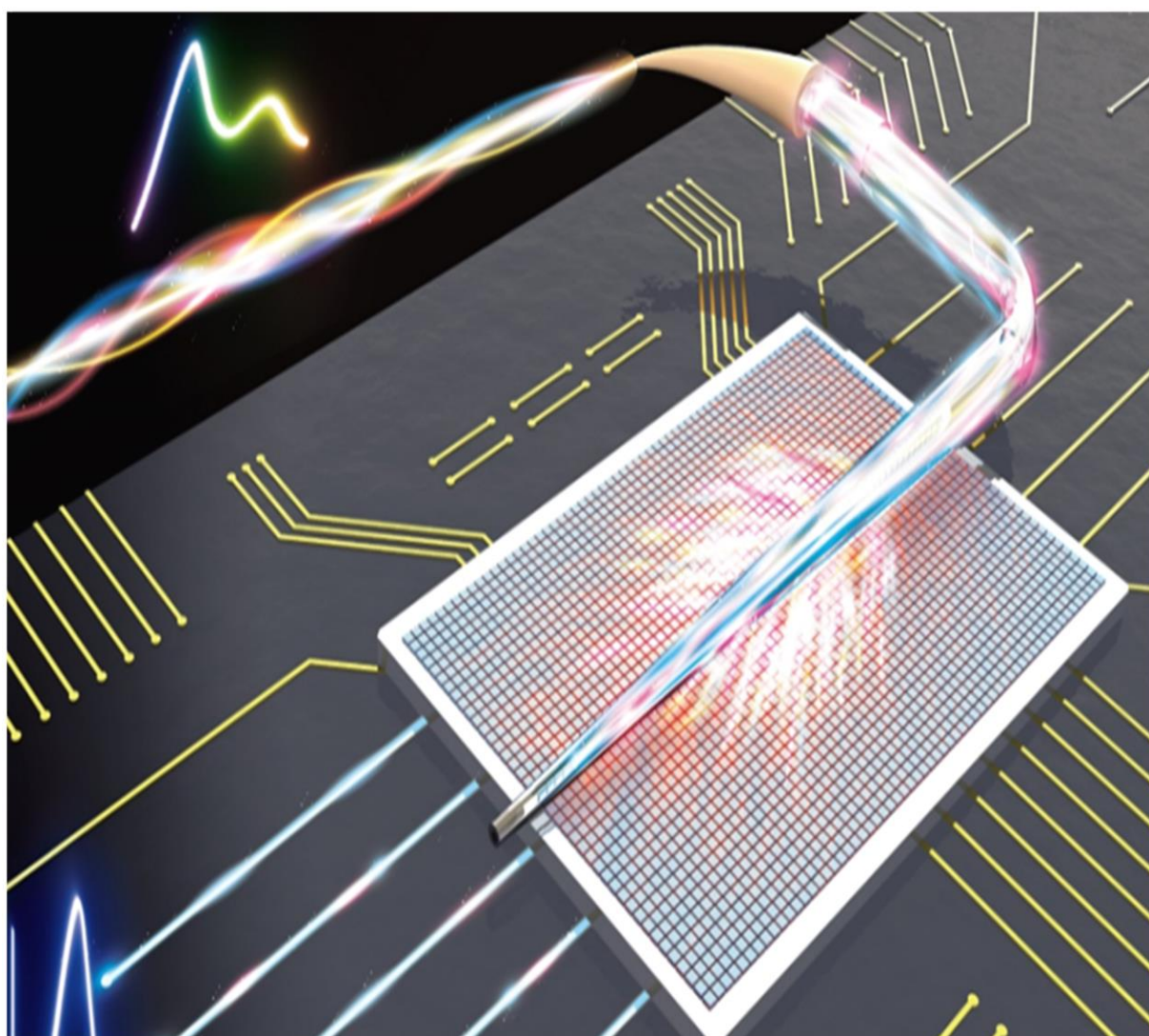
EPI 简报

2023 年第 4 期

总第 49 期

2024 年 01 月

極端光學技術与儀器全國重點實驗室



WWW.EPI.ZJU.EDU.CN

编辑：夏孟华

目录

科研进展 ：戴道铎 突破带宽和自由频谱范围限制的高性能硅光滤波器.....	1
科研进展 ：戴道铎 超低串扰 ($<-30\text{dB}$) 的硅基阵列波导光栅密集波分复用器件.....	2
科研进展 ：林宏焘 片上通讯波段光电逻辑门.....	3
科研进展 ：林宏焘 可重构复数光子激活函数器件.....	4
科研进展 ：刘旭、匡翠方 基于荧光干涉的高轴向分辨率超分辨显微成像技术.....	5
科研进展 ：刘旭、匡翠方 基于双光子双步吸收与抑制的超分辨 3D 激光直写方法.....	6
科研进展 ：刘旭、匡翠方 用于高速增材制造的高光灵敏度光刻胶及系统.....	7
科研进展 ：马耀光 皮米量级分辨率的微纳光纤锥光谱仪.....	8
科研进展 ：马耀光 突破带宽和尺寸限制的高性能准消色差超透镜.....	9
科研进展 ：李海峰、吴仍茂 基于自由曲面全息光学元件的曲面 AR 显示.....	10
科研进展 ：阮智超 基于波分复用光学伊辛机实现可编程任意自旋相互作用与外部磁场....	11
科研进展 ：阮智超 利用超表面结构基于拓扑保护产生光学和声学时空涡旋.....	12
科技奖励 ：刘东教授团队、邱建荣教授团队、杨旻教授荣获浙江省科学技术奖.....	14
科技奖励 ：匡翠方教授团队荣获浙江省产学研合作创新成果奖.....	14
科技奖励 ：刘东教授团队荣获第二届“金燧奖”中国光电仪器品牌榜金奖.....	15
科技奖励 ：杨青教授获得第二十届王大珩光学奖.....	16
科技奖励 ：杨宗银研究员荣获 2023 达摩院青橙奖.....	16
开放运行 ：“求是之光”海外青年学者论坛.....	17
人才队伍 ：七位青年才俊加盟实验室.....	18
系列论坛 ：学术报告一览.....	20

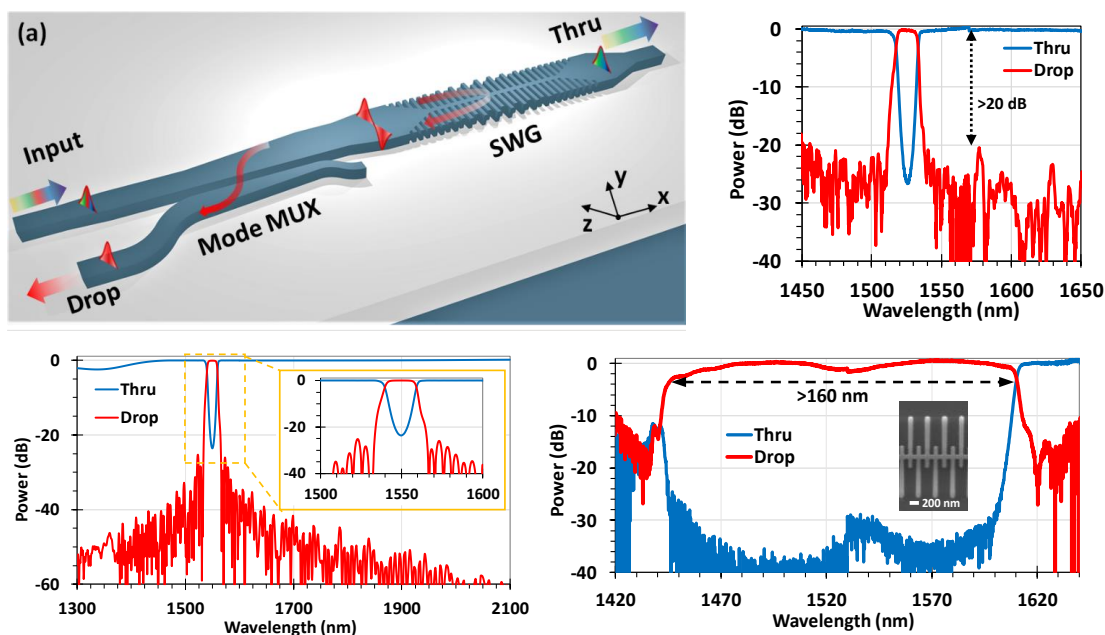
科研进展

突破带宽和自由频谱范围限制的高性能硅光滤波器

光滤波器是光通信/光互联、光传感/光测量等各类应用领域的核心器件，其研究受到广泛关注。近年来，硅光滤波器以其结构紧凑、易于阵列化等突出优点而成为研究重点。另一方面，为了满足更多应用需求，光滤波器研究除了实现低损耗、高消光比、方形滤波谱等高性能之外，还要具备更大的工作波长范围以及带宽范围。因此，亟需发展具有更高性能的新一代光滤波器技术。

众所周知，光滤波器通常是基于双光束干涉或多光束干涉原理，其工作波长范围往往受限于其自由频谱范围 FSR。近日，戴道铎教授课题组对此进行了深入研究，提出了亚波长结构多模波导光栅 (MSWG) 的创新结构。所研制 MSWG 光滤波器巧妙地利用了布拉格光栅折射率工程，使整个光栅各个位置的局域等效折射率几乎为恒定值，从而有效地抑制了旁瓣并增加了带宽设计灵活度。更重要的是，这种振幅切趾的亚波长光栅不仅能实现高边模抑制比，还能避免正反向基模间耦合以及由此导致的 FSR 受限的问题。此外，研究表明，通过调整光栅齿深，其带宽可根据实际需要在 1-200 nm 超大范围内进行灵活设计。所研制的 MSWG 光学滤波器具有低损耗 (~1 dB)、高边模抑制比 (>20 dB)、大带宽 (~13 nm) 的优异性能，而通过级联结构还可进一步将其边模抑制比提升至 40 dB 以上。总体而言，这种突破带宽及 FSR 限制的硅光滤波器展示了其优异性能和突出的扩展性，在超宽带片上光谱仪和多通道波分复用系统等实际应用中都具有巨大潜力。

研究成果在线发表于《Laser & Photonics Reviews》期刊上。【Dajian Liu, Jianghao He, Mingyu Zhu, Yuluan Xiang, Long Zhang, Ming Zhang, Yang Xu, Daoxin Dai, High-Performance Silicon Photonic Filter Using Subwavelength-Structure Multimode Waveguide Gratings, *Laser & Photonics Reviews*, 2023, 2300485. DOI: [10.1002/lpor.202300485](https://doi.org/10.1002/lpor.202300485)】



科研进展

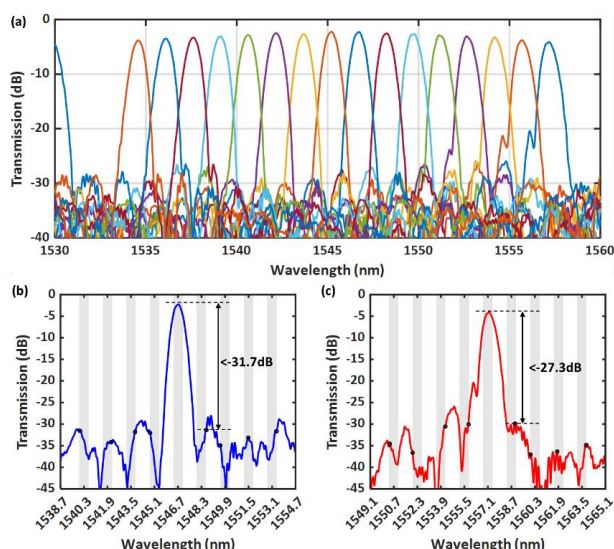
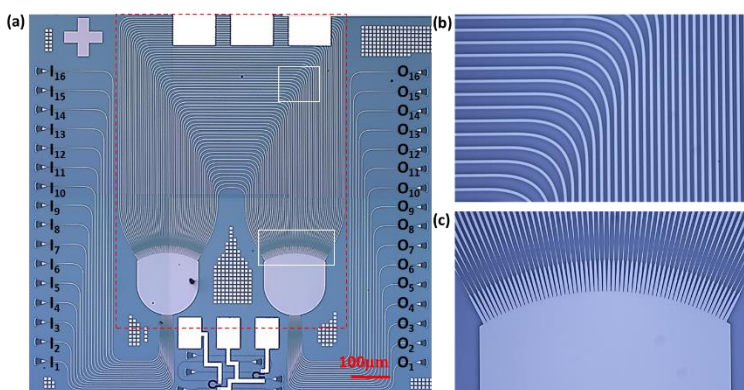
超低串扰 ($<-30\text{dB}$) 的硅基阵列波导光栅密集波分复用器件

阵列波导光栅 (AWG) 被公认为是集成光电子领域一种极具有代表性的核心器件, 具有非常突出的应用潜力。单模硅光波导具有超高折射率差与超小截面尺寸, 尽管易于实现超小尺寸 AWG, 但往往存在显著的累积随机相位误差, 导致其通道串扰非常严重。近二十年来, 人们为研制超小型高性能 AWG 器件进行了不懈努力并取得了进展, 但如何实现超低串扰的硅光波导 AWG 密集波分复用器件 (通道间隔 $\leq 1.6\text{nm}$) 这个问题仍未曾解决, 面临着巨大挑战, 严重限制了其广泛应用。

近日, 戴道铎教授课题组提出了将阵列波导均匀展宽至远超单模条件的全新设计。理论分析表明: 在同等工艺条件下, 该创新设计可将阵列波导累积随机相位误差降低 100 倍 (相比于圆于单模条件的传统设计)。该创新方法可从原理上保证通道串扰的显著降低, 从而实现超低串扰的高性能

AWG 密集波分复用器件。同时为避免高阶模激发并保证基模低损耗传输, 课题组巧妙地引入了欧拉弯曲波导和特殊线性锥形波导设计。通过 MPW 标准流片工艺, 课题组研制了通道间隔 1.6nm 的 16×16 AWG 密集波分复用器件。实验测得其中心通道间串扰仅为 $\sim -31.7\text{dB}$, 相比于之前最好结果降低了 ~ 10 倍。值得一提的是, 该创新设计无需任何特殊工艺, 甚至仅需最为简单的单次刻蚀工艺, 且几乎未引入额外损耗和增大尺寸, 彰显了突出的应用潜力和实用价值。

研究成果在线发表于《Laser and Photonics Reviews》上。【Xiaowan Shen, Chenlei Li, Weike Zhao, Huan Li, Yaocheng Shi, and Daoxin Dai, Ultra-Low-Crosstalk Silicon Arrayed-Waveguide Grating (De)multiplexer with 1.6-nm Channel Spacing, *Laser & Photonics Reviews*, 2023. DOI: [10.1002/lpor.202300617](https://doi.org/10.1002/lpor.202300617)】。



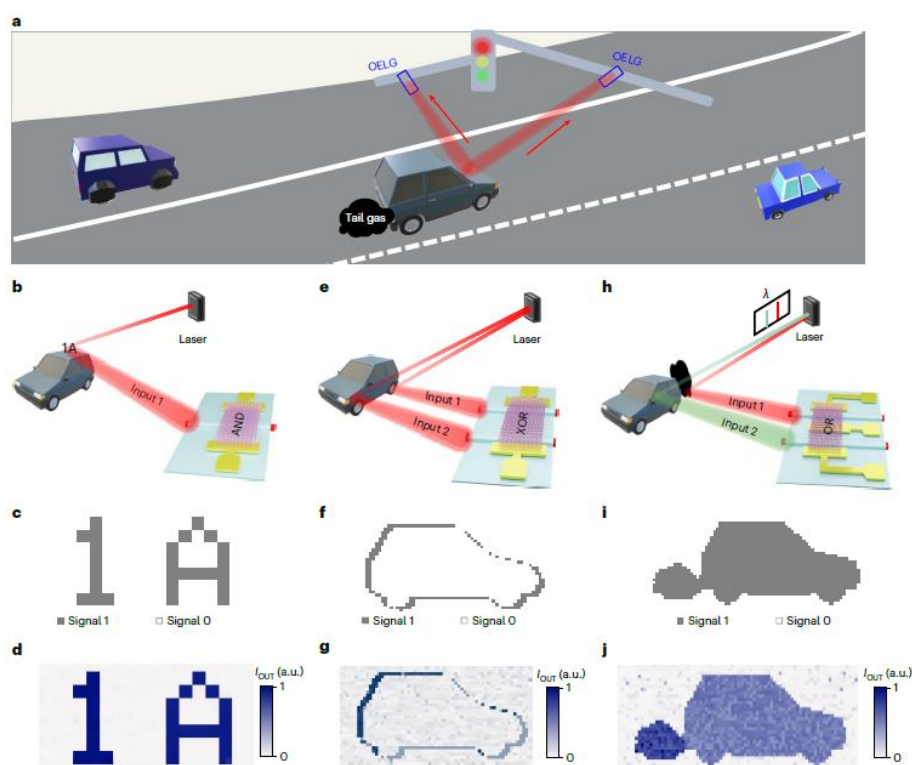
科研进展

片上通讯波段光电逻辑门

光子和电子是最基本的传输和计算载体。1849 年英国数学家 George Boole 首先提出了进行逻辑运算的数学方法——布尔代数,被广泛应用于解决开关电路和数字逻辑电路的分析和设计中。在传统方式中,传感器将光信号转换成电信号,在电路中进行逻辑计算。人工智能时代下,传感端的数据量大幅增长,集成电路面临摩尔定律难以延续的瓶颈,硅基光电子芯片成为后摩尔时代弯道超车的核心技术,高效、高集成的光电子混合计算方案成为了亟待解决的关键科学问题。

最近,上海技术物理研究所胡伟达研究员、浙江大学林宏焘研究员课题组设计并实现了片上通讯波段光电逻辑门。硅光波导和黑磷的集成平台在实现高集成、高效光电运算方面具有独特优势,无需考虑晶格匹配的限制。通过模拟器件电位分布并设计编程方式,获得了多种二位布尔逻辑门以及复合逻辑功能。受益于高性能范德华异质结,器件在通讯波段($1.55\mu\text{m}$)表现为高灵敏(0.35 A/W)和快速响应能力(230 MHz),这表明器件具备快速处理微弱光信号的能力。进一步地将片上光电逻辑门应用在智慧交通激光雷达领域中,展示了其在边缘提取、符号识别、图像融合以及加密解密等方面的信息处理能力,为该策略未来将有望适用于人工智能领域如智能光计算和信号处理等方面的应用。

研究成果在线发表于《Nature Photonics》期刊上。【Ting He, Hui Ma, *et. al.*, On-chip optoelectronic logic gates operating in the telecom band. *Nat. Photonics*, 2023 DOI:[10.1038/s41566-023-01309-7](https://doi.org/10.1038/s41566-023-01309-7)】



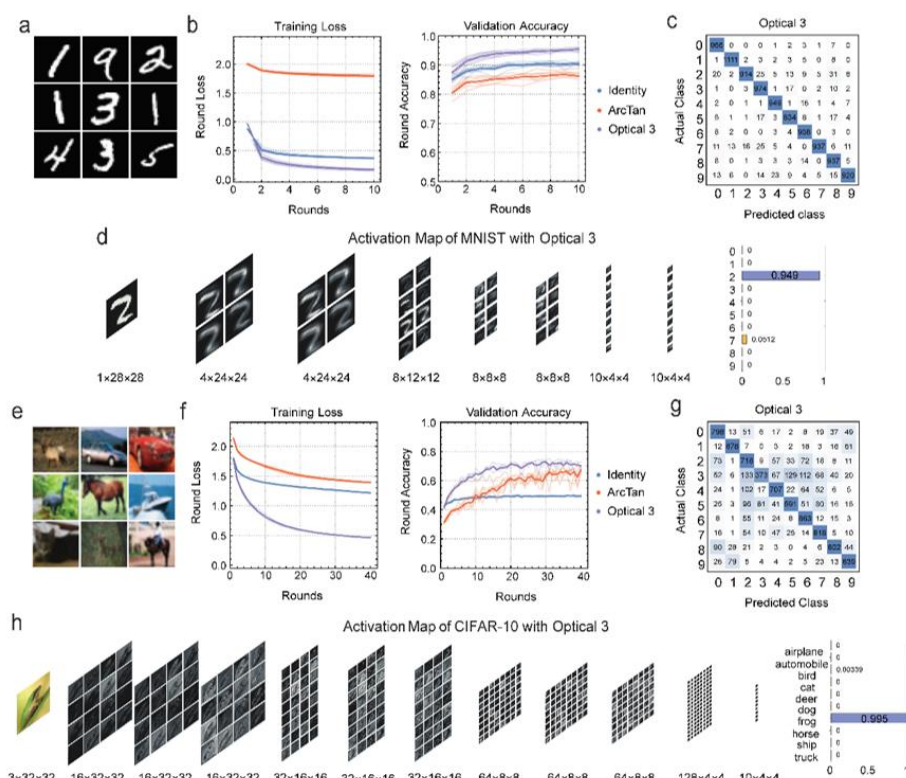
科研进展

可重构复数光子激活函数器件

人工神经网络起源于 20 世纪 50 年代的监督式机器学习模型。经过多年的发展，如今人工神经网络已经可以辅助人们完成人脸识别、视频合成、文本情感分析、自动驾驶、疾病识别、量化金融交易等多种复杂任务。然而，随着信息数据处理量的爆发式增长，基于电子计算机的神经网络在硬件上也遇到了能耗以及数据处理速度的瓶颈。光电子器件使用光子作为信息载体，具有更大的带宽、更高的信息容量和更低的功耗等优势，显示出能打破计算机神经网络技术瓶颈的潜力。当前学界致力于开发更小的功率阈值、更低的功耗、更短的时延、更小的尺寸和更高可重构性的光子激活函数器件。

近日，浙江大学“硫基光电子课题组”的林宏焄研究员团队和北京大学胡小永教授团队与合作者提出并实现了一种高度可重构的相位相关非线性光子激活函数器件。研究团队基于石墨烯/硅（Gra/Si）异质结，实现了调制探测一体的双功能微环器件。该器件工作在 $2\ \mu\text{m}$ 波段，利用了等离子体色散效应以及石墨烯的光吸收特性，实现了较低的调制电压（功率）：1V (0.5mW)，较高的响应度：200mA/W。通过特定的光电流探测反馈调控机制，可以实现高度可重构的包含相位信息的复数光子激活函数，并展示其在手写数字识别，彩色图像识别方面的信息分类能力。该器件方案未来有望应用于智能光网络和光信息处理等领域。

研究成果发表于《Nature Communications》期刊上。【Zhong Chuyu, Liao Kun, *et. al.*, Graphene/silicon heterojunction for reconfigurable phase-relevant activation function in coherent optical neural networks. *Nat Commun*, 2023, 14(1): 6939. DOI: [10.1038/s41467-023-42116-6](https://doi.org/10.1038/s41467-023-42116-6)】



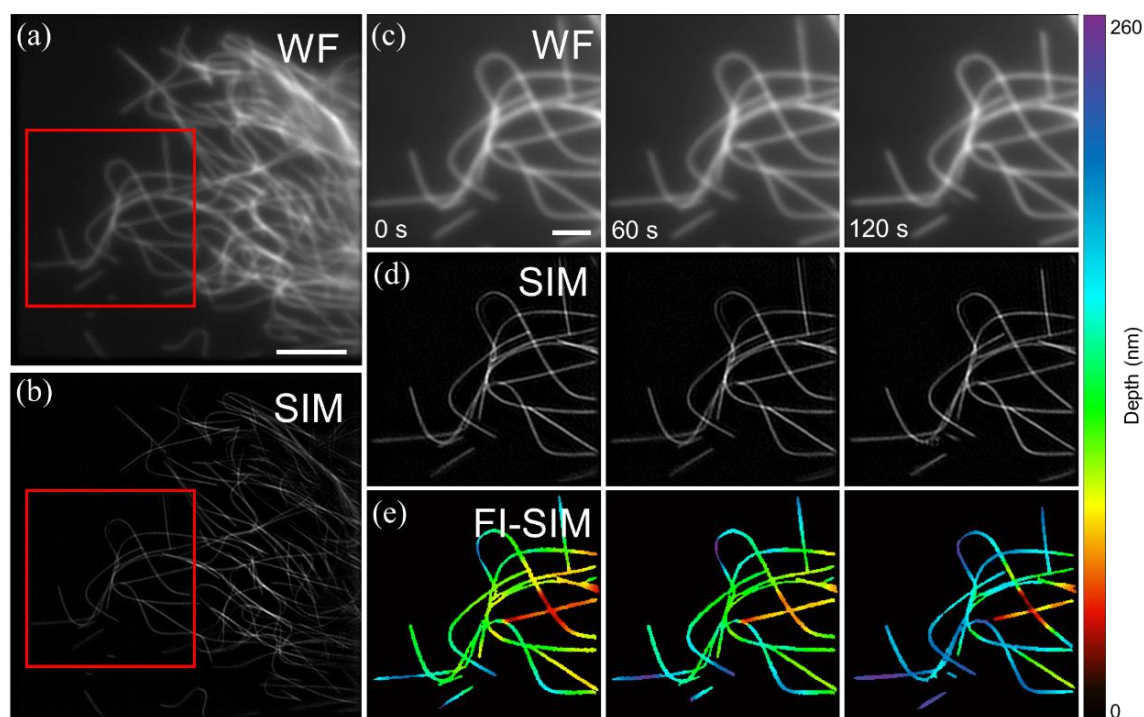
科研进展

基于荧光干涉的高轴向分辨率超分辨显微成像技术

提高荧光显微镜的轴向分辨率一直是显微成像领域的核心目标之一。然而，光学显微成像的轴向分辨率往往受限于数值孔径的大小因而明显低于横向分辨率。为了提高轴向分辨率，常常需要牺牲显微系统的时间分辨率并提高激光功率密度，这大大限制了荧光显微镜的成像性能和应用场景。

最近，刘旭教授、匡翠方教授课题组与香港中文大学周仁杰教授课题组合作提出了一种新的成像模式，荧光干涉结构光照明显微镜(FI-SIM)，该方法利用 4Pi 架构接收样品向两侧发出的荧光提升了荧光的空间接收角，同时两侧的荧光分别被两个相对的物镜接收并在探测路发生荧光干涉，使得深度信息被编码在荧光干涉的相位中。FI-SIM 还借助三维结构光照明显微成像技术(SIM)的横向超分辨性能与轴向光学层切效应在进行不轴向扫描的条件下实现半波长深度范围内横向 100nm，轴向亚 30nm 三维高分辨率成像。此外，FI-SIM 对光功率密度的要求显著低于 STORM 和 STED 等技术，从而极大地放宽了在三维高分辨率成像过程中对荧光染料、成像环境的苛刻并大大降低了激发光对细胞的伤害，其较高的时间分辨率也非常适用于对活细胞的成像和观测。

研究成果在线发表于《Advanced Photonics》期刊上。【Yile Sun, Hongfei Zhu, Renjie Zhou, Cuifang Kuang, Xu Liu, and *et. al.*, Fluorescence interference structured illumination microscopy for 3D morphology imaging with high axial resolution[J]. *Advanced Photonics*, 2023, 056007. DOI: [10.1117/1.AP.5.5.056007](https://doi.org/10.1117/1.AP.5.5.056007)】。



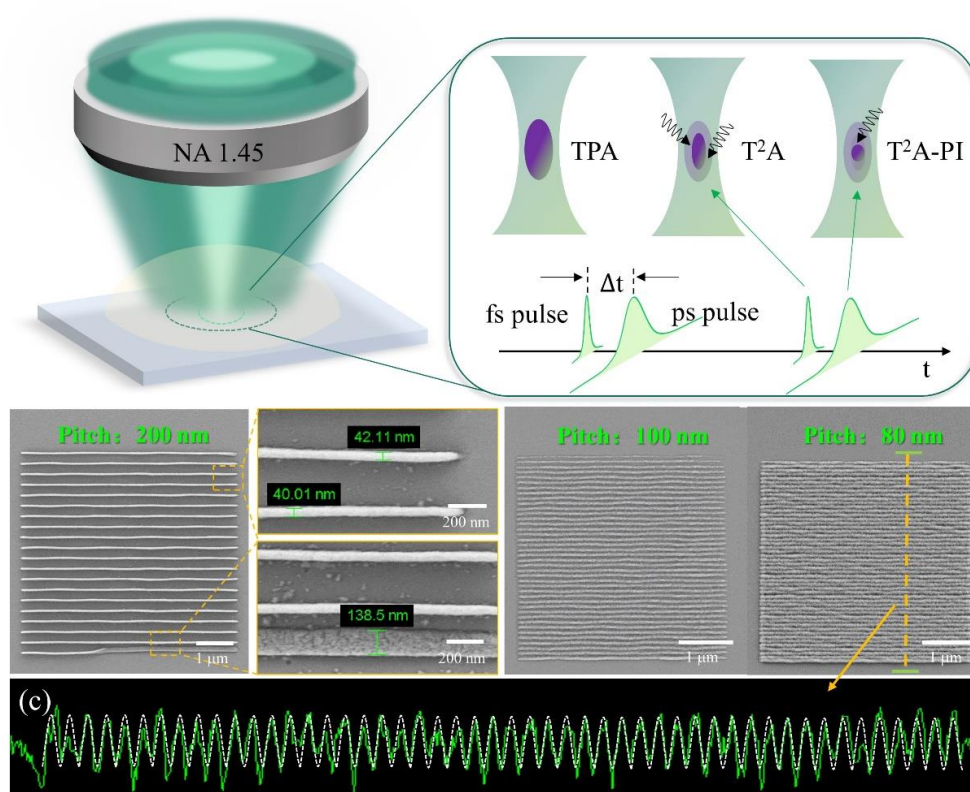
科研进展

基于双光子双步吸收与抑制的超分辨 3D 激光直写方法

激光光刻方法与系统不仅是我国受制于人的“卡脖子”问题，也是光子芯片、人工智能、新型材料等领域开展前沿科学研究与产业化不可或缺的工具。双光子激光直写技术凭借其高分辨加工能力、低热影响性、具有真三维加工能力等特点，一直是三维微纳加工与刻写技术中的研究热点，但是其直写线宽一直徘徊在 150 nm 左右，如何有效推动该技术分辨率的提升，将是其转变为更强大工具决定性的一步。

最近，刘旭教授、匡翠方教授课题组研发了基于双光子双步吸收与抑制的超分辨 3D 激光直写方法，该方法建立在三色（3CL）激光直写的基础上，避免了 3CL 直写系统复杂、色差影响大、刻写精度不足（~80 nm）等问题，创新性地通过激发与抑制能级有效分离（抑制发生于 S1 态，而双步吸收则发生于 T1 态），只需单色激光就能控制光刻胶的相关光学跃迁过程，实现了亚 30 nm ($< \lambda/17.5$) 横向特征尺寸、最小 80 nm 横向和 160 nm 轴向周期结构，突破了目前的极限值，并且制备了高质量的 3D 结构，尝试了石英玻璃上的刻蚀，获得了约 30 nm 的特征线宽。该项工作为双光子激光直写技术运用于亚 50 nm 增材制造打下了基础。

研究成果在线发表于《Laser & Photonics Reviews》期刊上。【Chenliang Ding, Xi Liu, Cuifang Kuang, Xu Liu, and et. al., Subdiffraction 3D Nanolithography by Two-Photon Two-Step Absorption and Photoinhibition, *Laser & Photonics Reviews* 2023, 2300645. DOI: [10.1002/lpor.202300645](https://doi.org/10.1002/lpor.202300645)】。



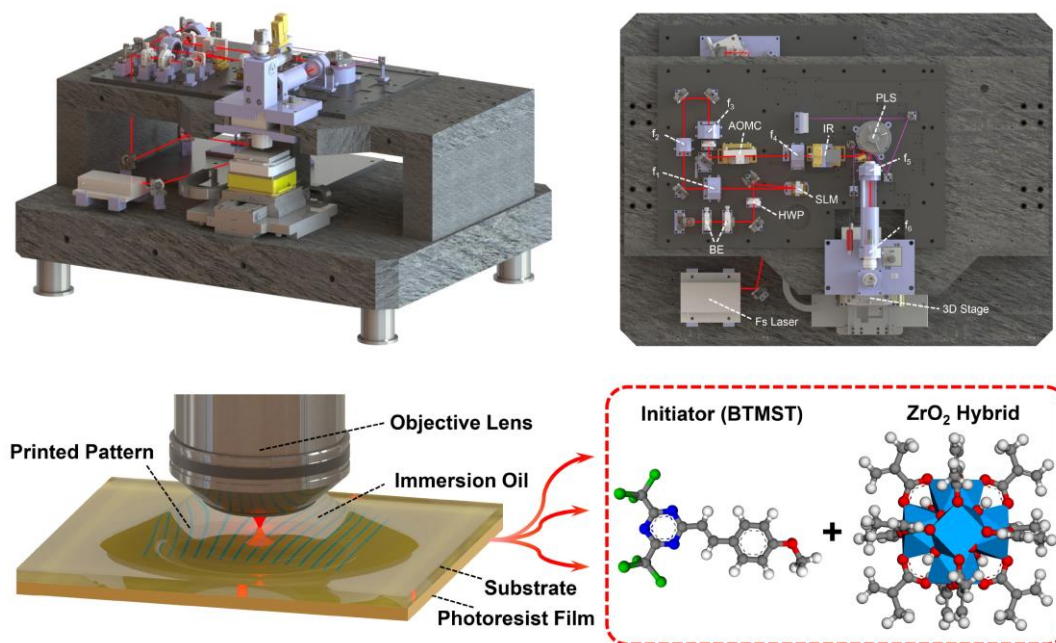
科研进展

用于高速增材制造的高光灵敏度光刻胶及系统

双光子光刻技术是一种微纳米级增材制造打印技术，其利用光刻前后光刻胶的溶解度变化来实现精细结构的制造。然而，常规的双光子光刻的打印速率（即双光子线性扫描速率）较慢（通常为微米/秒到毫米/秒级），在制造较大体积的微结构时需要耗费极长的时间，这成为了限制双光子光刻技术大规模实际应用的瓶颈难题。

最近，浙江大学刘旭教授、匡翠方教授课题组与清华大学何向明研究员、徐宏副教授课题组利用光致极性变化原理研发了一种基于氧化锆杂化纳米颗粒的高光灵敏度双光子光刻胶材料，该材料能够将双光子光刻技术的适用打印速率提升至米/秒级。氧化锆杂化光刻胶的成膜树脂是由氧化锆内核和甲基丙烯酸配体外壳组成的杂化纳米颗粒。为了实现高速双光子光刻，研究团队自主搭建了一台配备了高速转镜扫描系统的双光子光刻设备。利用该台光刻设备，氧化锆杂化光刻胶能够适配 7.77 m/s 的双光子打印速率，比传统的聚合物基光刻胶快了 3-5 个数量级。此外，氧化锆杂化光刻胶还具有很高的打印精度，曝光线条的线宽能够小至 38 nm。研究团队进一步研究发现，氧化锆杂化光刻胶的高光灵敏度是由氧化锆杂化纳米颗粒的高效光致极性变化引起的。

研究成果在线发表于《Nature Nanotechnology》期刊上。【Tianqi Liu, Peipei Tao, Xiaolin Wang, Hongqing Wang, Minfei He, Qianqian Wang, Hao Cui, Jianlong Wang, Yaping Tang, Jin Tang, Ning Huang, Cuifang Kuang, Hong Xu & Xiangming He. Ultrahigh-printing-speed photoresists for additive manufacturing[J]. *Nature Nanotechnology*, 2023. DOI: [10.1038/s41565-023-01517-w](https://doi.org/10.1038/s41565-023-01517-w)】



基于转镜扫描系统的双光子光刻设备以及光刻胶组分结构示意图。

科研进展

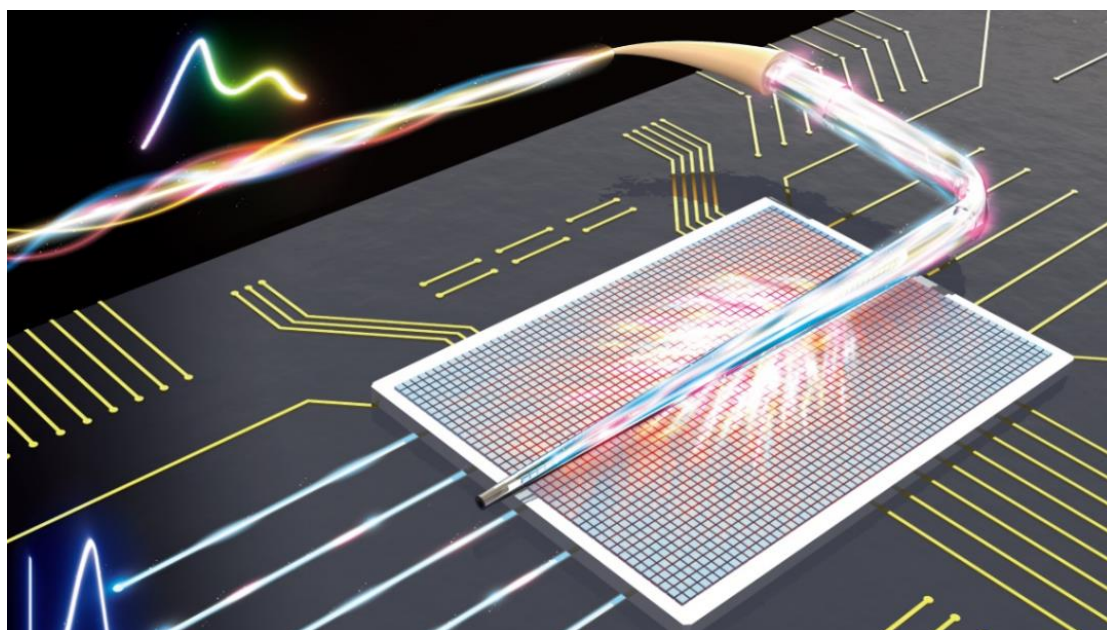
皮米量级分辨率的微纳光纤锥光谱仪

传统光谱仪的微型化受到广泛应用的推动，包括生物医学传感、材料分析、光通信和光源表征等领域。研究人员长期以来一直在致力于工程化光谱仪，以降低成本、提高灵活性、缩小体积、提高稳定性和性能。然而，存在着成本、灵活性、尺寸、稳定性和性能之间的权衡，限制了这一长期微型化主题的进展。

一般而言，具有色散元件的光谱仪需要额外的空间，容易留下大的痕迹。基于滤波器的设计由于吸收或反射引起功率损失，以及由于有限的通道数量导致的分辨率和带宽受限等问题。依赖纳米制造的芯片光谱仪通常在宽带操作中具有很低的耦合效率。多模干涉可能会产生与光谱信息相关的随机斑点，大多数基于此的光谱仪设计通常需要庞大或昂贵的设备的配合，如高性能相机甚至显微镜来完成测量。

马耀光研究团队提出了一种具有皮米量级分辨率的微纳光纤锥光谱仪。在这种光纤锥光谱仪中，精心设计的光纤锥几何参数使得输入光激发的少数传播模，可以随着光纤锥的非绝热形变发生耦合、演化过程，进而快速形成大量的高阶模式。这些新形成的高阶模式同时也会随着光纤锥的渐变直径被截止而转化为泄漏模，从而在探测面形成复杂的光学散斑。光谱信息也在这个过程里被编码进散斑图案之中。可以利用基于 Transformer 的 MobileViT 模型，快速、高效、准确的对输入光谱进行还原。经测试，光谱仪可以工作在 450-1100nm 的波段范围内，对输入光的分辨率可达 1 pm 数量级。该光谱仪以相对较低的制造难度与成本，在毫米级的空间尺度下实现了皮米级的波长分辨能力。

研究成果发表在卓越计划高起点新刊《eLight》上。【Qingqing Cen, Sijie Pian, Xinhang Liu, Yuwei Tang, Xinying He and Yaoguang Ma, Microtaper leaky-mode spectrometer with picometer resolution, *eLight* 2023 3:9. DOI: [10.1186/s43593-023-00041-7](https://doi.org/10.1186/s43593-023-00041-7)】



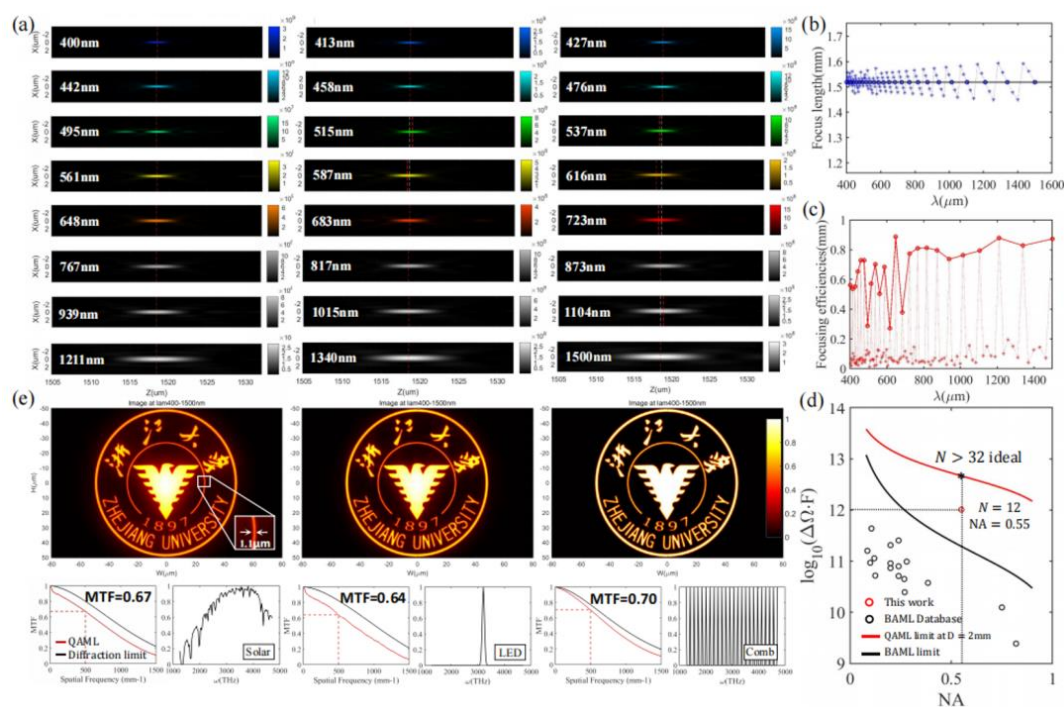
科研进展

突破带宽和尺寸限制的高性能准消色差超透镜

在超薄光学厚度成像领域，由超构单元（meta-atoms）组成的超透镜（metalens）因其微米级的厚度极大地减小了光学系统的体积和重量。然而，超透镜的实际应用，一直受到消色差问题的严重困扰。科学家们曾经提出了一系列方法尝试解决这个问题，但消色差超透镜（AML）仍然受到带宽、NA 和口径的耦合关系的限制。在传统宽带消色差超透镜（Broadband achromatic metalens, BAML）中，大色散意味着 meta-atoms 的高度也会非常高。在大口径（ $D=2\text{mm}$ ）、高数值孔径（ $\text{NA}=0.55$ ）和宽消色差带宽（ $400\text{-}1500\text{nm}$ ）要求下，色散的要求高达 998fs ，需要的 BAML 的厚度要求为 $h=309\text{ }\mu\text{m}$ ，远超目前微纳加工的极限。因此，大口径大 NA 的宽带超透镜对色散补偿的要求，使得传统的消色差方法总是受到加工能力的极大限制。

马耀光研究员的纳米光学研究团队提出了一种新型消色差超透镜的理论，突破了传统设计方法对于超透镜口径、NA、工作波段的理论极限，并有效降低了达到该极限所需要的超构单元的深宽比，为高性能消色差超透镜的实用化提供了新的通道。基于时间自由度，团队创新性地提出了一种突破理论极限的新型消色差设计方法，即准消色差超透镜（Quasi-achromatic metalens, QAML）。基于这一额外自由度，QAML 在保证消色差能力的前提下，提高了物理带宽极限，解除了口径和 NA 的限制。

相关研究成果发表在物理学顶级期刊《PHYSICAL REVIEW LETTERS》上【Qikai Chen, , Yubin Gao, Sijie Pian, Yaoguang Ma, Theory and Fundamental Limit of QAML by phase delay extension. *Phy. Rev.Lett.* 131, 193801 DOI: [10.1103/physrevlett.131.193801](https://doi.org/10.1103/physrevlett.131.193801)】。



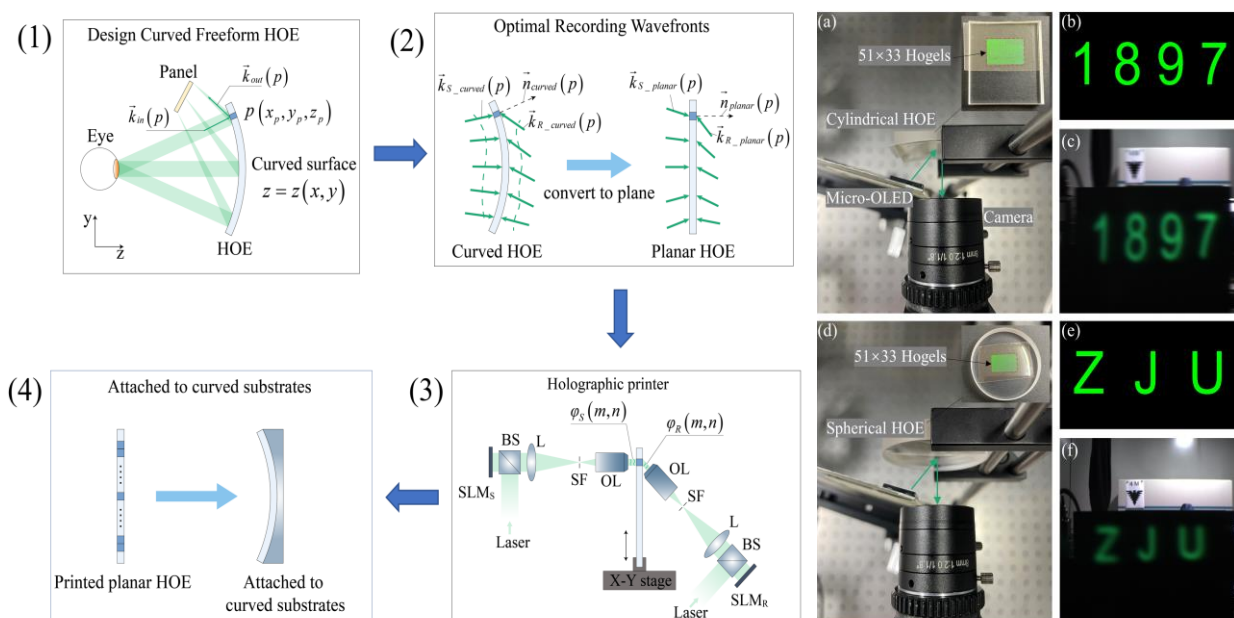
科研进展

基于自由曲面全息光学元件的曲面 AR 显示

全息光学元件 (HOE) 因其独特的光学特性 (波长、角度选择性) 而被广泛应用于增强显示 (AR) 显示中。迄今为止, 大部分关于 HOE 的应用局限于平面 AR 显示中, 对曲面 AR 显示的研究较少。然而, 在一些场合中, 曲面 AR 显示更符合人们的日常需求。如车载抬头显示中, 曲面的挡风玻璃通常作为 AR 显示中的图像融合元件 (combiner), 以及头戴显示器中, 近视/远视用户通常需要额外佩戴视力矫正眼镜, 导致了笨重的外形。HOE 通常是厚度为数十微米的柔性光聚合物薄膜, 可轻易弯曲或粘附到曲面基底上, 而不增加系统的外形尺寸。然而, 传统的 HOE (球面波或平面波记录) 调制波前的能力有限, 难以矫正曲面基底引入的像差, 调控衍射效率。

为此, 李海峰、吴仍茂教授课题组提出了一种利用全息打印技术在曲面基底上设计和制造自由曲面 HOE 的方法。首先设计和构建成像系统, 优化成像质量, 得到曲面 HOE 的相位分布; 随后优化效率分布, 得到曝光所需的两束记录光的参数, 并将其转化到平面上; 利用实验室搭建的全息打印系统, 逐点干涉曝光, 制作自由曲面 HOE; 最后再将其转移到曲面基底上。该工作为曲面 AR 显示的发展提供了参考和启示。

研究成果发表于《Optics Letters》期刊上。【Tian Shu, Chunyang Pei, Rengmao Wu, Haifeng Li, and Xu Liu, Design and fabricate freeform holographic optical elements on curved optical surfaces using holographic printing, *Opt. Lett.* 48, 6537-6540 (2023), DOI: [10.1364/OL.509987](https://doi.org/10.1364/OL.509987)】浙江大学光电学院博士研究生舒天为一作, 李海峰教授和吴仍茂研究员为通讯作者。



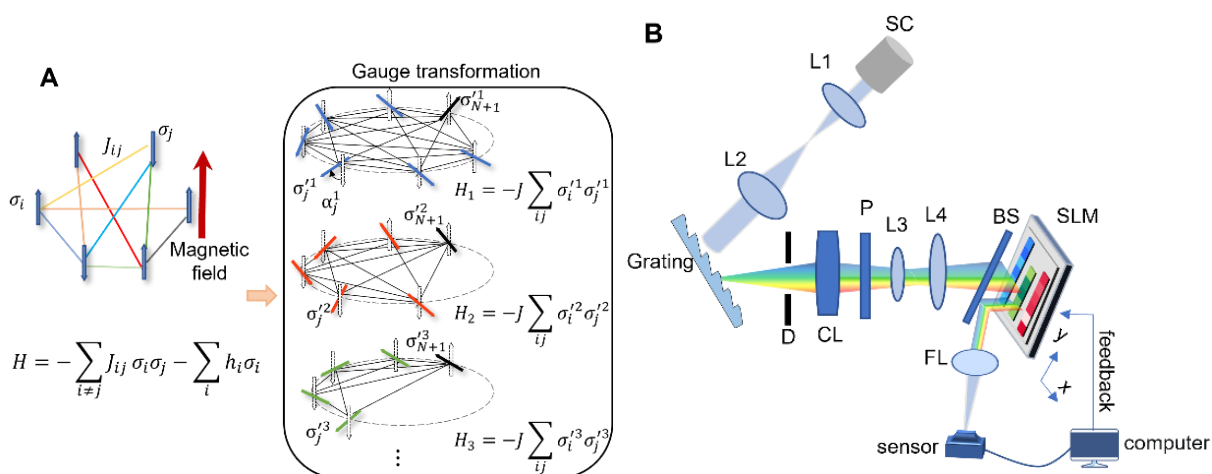
科研进展

基于波分复用光学伊辛机实现可编程任意自旋相互作用与外部磁场

随着传统电子计算机摩尔定律逐渐失效,人们使用非常规计算体系模拟伊辛模型哈密顿量并求解组合优化问题生了极大的兴趣,提出了基于空间光学、光学参量振荡器、极化子、囚禁离子、原子和光子凝聚体等伊辛机。其中,空间光学伊辛机(SPIMs)主要是利用空间光调制器(SLM)对自旋和自旋之间相互作用进行编码,通过测量光场并反馈调控光场,实现对大规模伊辛模型的模拟。然而,目前为止所提出的 SPIMs 只能模拟 Mattis 类型的相互作用或者一些特定的全连接相互作用,因此如何实现完全可编程相互作用是发展 SPIMs 的重要目标。

最近,阮智超教授团队提出了一种普适的规范变换,并基于规范变换研发了波分复用空间光学伊辛机(WDM-SPIM),实现了任意自旋相互作用和外部磁场。通过类 Cholesky 分解将任意相互作用分解为多个 Mattis 型相互作用,实现任意自旋相互作用和磁场在 SLM 上的完全可编程性。利用 SLM 对光场进行调制,通过傅里叶透镜后焦平面上得到不同波长的非相干强度叠加和每个波长间的相干干涉,利用测量中心位置的光场强度等效计算伊辛模型的哈密顿量,并且反馈调控光场从而实现对伊辛模型的模拟。为了评估 WDM-SPIM 的性能,实验模拟了四种不同相互作用模型的相变过程,并模拟三种图分割问题的基态搜索过程求解组合优化问题,结果显示找到基态的概率分别为 100%, 99%和 92%。

研究成果发表于《Science Advances》。【L Luo, Z Mi, J Huang, Z Ruan, Wavelength-division multiplexing optical Ising simulator enabling fully programmable spin couplings and external magnetic fields, *Science Advances* 9, adg6238 (2023), DOI: [10.1126/sciadv.adg6238](https://doi.org/10.1126/sciadv.adg6238)】

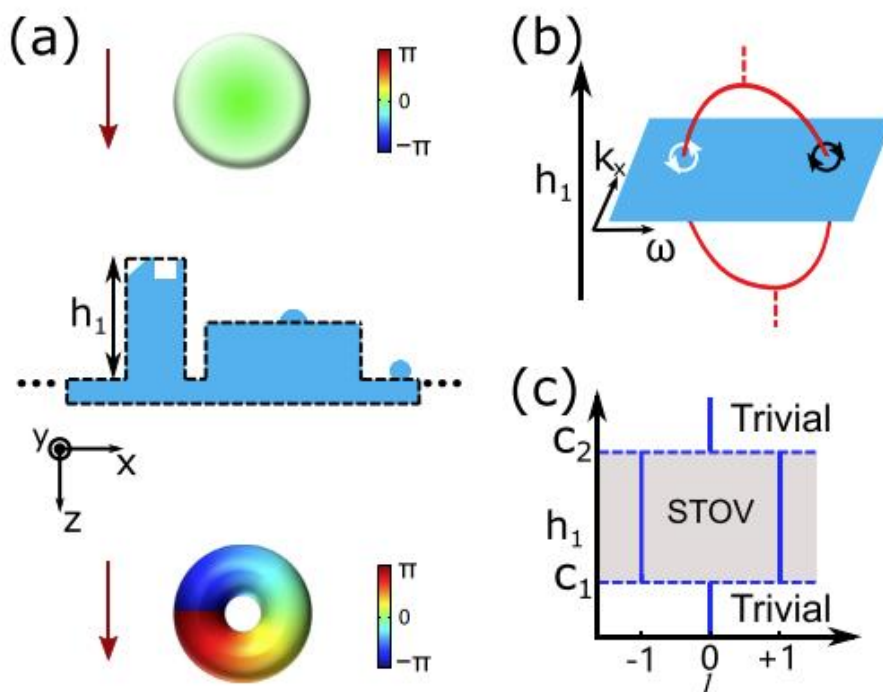


科研进展

利用超表面结构基于拓扑保护产生光学和声学时空涡旋

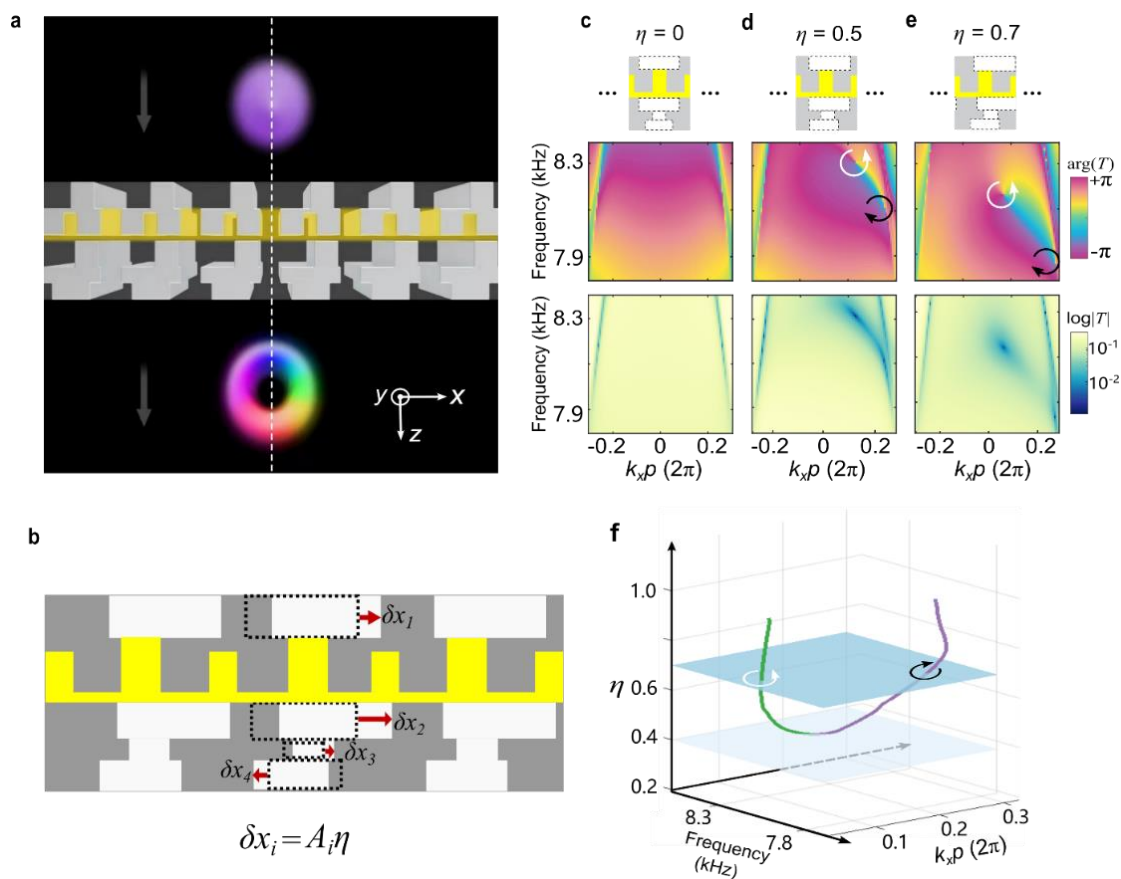
涡旋是一种普遍存在的波结构，涵盖了从量子力学中的超流体，到洋流和飓风。特别是空间涡旋已经在电磁波、声波、弹性波、电子波、中子波和原子波等体系中实现可控的产生，其特征是相位围绕传播方向变化，从而携带沿传播方向的轨道角动量。另一方面，近年来人们对时间-空间维度的涡旋脉冲（Spatiotemporal vortex pulse, STVP）产生了强烈的研究兴趣，这种涡旋是传统的空间涡旋在时空域的推广，传播行为类似于飓风，其相位变化的轴线垂直于传播方向，因此可以携带垂直于传播方向的轨道角动量。目前为止，人们只在光学中利用光脉冲整形技术产生了 STVP，但如何抗扰动、稳定地产生 STVP 仍是一个重要的研究课题。

最近，阮智超教授团队在理论上提出了一种基于拓扑保护产生光学时空涡旋的方案。通过设计超表面结构，当破坏结构的镜像对称性时，发现透射谱传递函数在频率-波数域中会出现相位顺时针或逆时针旋转的奇点。这些相位奇点可类比于正负“电荷”，总是成对出现或湮灭，且总拓扑荷数是一个守恒量。当进一步引入与超表面几何形状相关的参数维度时，通过调节几何参数可以在合成维度空间形成节线(nodal line)的拓扑结构，因此这种几何参数的调节过程可以看作一种拓扑相变过程，而且节线的拓扑结构则表明这种“镜像对称破缺”超表面结构可以抗扰动和缺陷，鲁棒地产生 STVP。



为了验证上述理论，阮智超课题组在声学中实现了基于拓扑保护产生的 STVP。团队设计的声学 STVP 产生器是一个具有空间镜像对称性破缺的超声栅，与理论一致，实验

测量表明通过破坏镜面对称性，这种超声栅在频率-波数域的透射谱函数中出现涡旋。更为重要的是，由于透射谱函数中存在相位奇点和对应的节线，因此即使超材料结构存在缺陷或参数扰动，器件仍能拓扑保护得产生 STVPs。



上述理论研究发表于《Physical Review B》，声学 STVP 实验成果发表于《Nature Communications》。【J. Huang , H. Zhang, B. Wu, T. Zhu & Z. Ruan, Topologically protected generation of spatiotemporal optical vortices with nonlocal spatial mirror symmetry breaking metasurface. *Physical Review B*, 108,104106, (2023) DOI: [10.1103/PhysRevB.108.104106](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.108.104106)】【H. Zhang, Y. Sun, Y., J. Huang, B. Wu, Z. Yang, K.Y. Bliokh & Z. Ruan, Topologically crafted spatiotemporal vortices in acoustics. *Nat. Comm.* 14, 6238 (2023). DOI: [10.1038/s41467-023-41776-8](https://doi.org/10.1038/s41467-023-41776-8)】

科技奖励**刘东教授团队、邱建荣教授团队、杨旸教授荣获浙江省科学技术奖**

2023年11月10日上午，浙江省创新深化大会在省人民大会堂举行。省科技厅公布2022年度浙江省科学技术奖获奖名单，共有298项成果（项目）获省自然科学奖、技术发明奖和科学技术进步奖，国际科学技术合作奖共6项。其中刘东教授团队成果“大口径光学元件微纳缺陷检测技术及产业化应用”荣获科学技术进步奖一等奖；邱建荣教授团队成果“低维半导体材料的非线性光学性质与光子学应用研究”荣获自然科学奖二等奖；杨旸教授成果“大面积高效稳定钙钛矿太阳能电池组件产业化关键技术和应用”荣获技术发明奖二等奖。

科学技术进步奖一等奖

大口径光学元件微纳缺陷检测技术及产业化应用	浙江大学，杭州利珀科技有限公司，浙江大华技术股份有限公司，中国工程物理研究院激光聚变研究中心	刘东，王旭龙琦，金秉文，程淼，符哲蔚，吴兰，丁乃英，王狮凌，李祥平，杨李茗，黄进，孙剑，杨冰
-----------------------	--	--

自然科学奖二等奖

低维半导体材料的非线性光学性质与光子学应用研究	浙江大学，华南理工大学	邱建荣，刘小峰，谭德志，郭强兵，田祥岭
-------------------------	-------------	---------------------

技术发明奖二等奖

大面积高效稳定钙钛矿太阳能电池组件产业化关键技术和应用	杭州纤纳光电科技有限公司，衢州纤纳新能源科技有限公司，浙江大学	姚冀众，颜步一，杨旸，顾楠楠，张鹭，张腾剑
-----------------------------	---------------------------------	-----------------------

科技奖励**匡翠方教授团队荣获浙江省产学研合作创新成果奖**

为表彰在产学研深度融合中取得的重要科技创新成果，浙江省产学研合作促进会授予浙江大学、宁波永新光学股份有限公司、浙大宁波理工学院2023年浙江省产学研合作创新与促进奖，项目名称为“激光共聚焦显微镜”，主要完成人有：匡翠方、刘旭、崔志英、陈友华、许迎科、郝翔、刘文杰、韩于冰、邱元芳、郑驰等。

科技奖励**刘东教授团队荣获第二届“金燧奖”中国光电仪器品牌榜金奖**

2023年12月16日，由中国光学工程学会主办的第二届“金燧奖”中国光电仪器品牌榜颁奖仪式在成都举办。此次评选活动旨在面向国家重大战略需求，重点推选出我国自主研发、制造、生产的高端光电仪器，为助力我国自主研发的科学仪器抢占科技战略制高点、树立民族品牌自信、展现自主核心竞争力、开拓国内外应用市场创造新的机遇。组委会秉承公正、公开、公平的原则，组织专家经过形式审查、交叉评审和线下答辩终评等环节，最终遴选出41个获奖项目，其中，金奖10项，银奖15项，铜奖16项。

其中浙江大学极端光学技术与仪器全国重点实验室的刘东教授团队的成果“高精度全天时大气颗粒物探测激光雷达”荣获金奖。



左五为刘东教授

针对大气颗粒物污染高效治理及气候效应准确评估重大需求，刘东教授团队联合无锡中科光电技术有限公司经多年深入研究，在探测机理模型、器件检测控制、硬件系统标校、数据反演应用等方面取得显著进展，研制出具有自主知识产权的创新型高精度全天时大气颗粒物探测激光雷达系统。相关成果已成功应用于我国大气环境监测卫星及陆地生态碳监测卫星等重大工程、北京冬奥会及武汉世界军运会等重大活动、国家基准气候站建设及地方政府专项攻坚方案等。该成果实现了大气颗粒物的高精度、全天时立体探测，可为环保气象部门空气质量预报预警、颗粒物污染溯源控制、极端天气及气候气象研究等提供及时有效准确的数据支撑及科学依据。

科技奖励**杨青教授获得第二十届王大珩光学奖**

2023 年 12 月 24 日，第二十届王大珩光学奖评审会在北京召开。经过无记名投票评选出第二十届王大珩光学奖中青年科技人员奖获得者 4 名。浙江大学极端光学技术与仪器全国重点实验室杨青教授成功入围。王大珩光学奖至今已设立 27 年，自 1996 年以来先后评选出中青年科技人员奖获奖者 39 名，学生奖获奖者 381 名。许多获奖人员成为学有成就的科学家，贡献突出，其中多人担任科技部门、科研单位、国家重点实验室等的负责人。



杨青，女，浙江大学光电科学与工程学院、极端光学技术与仪器全国重点实验室教授。国家优秀青年科学基金获得者，浙江省杰出青年基金获得者，浙江省万人计划青年拔尖人才。2001 年 6 月毕业于浙江大学获得学士学位，同年免试提前攻读博士学位，师从杨德仁院士，2006 年 6 月获浙江大学博士学位。2013 年 12 月晋升教授。曾任美国佐治亚理工学院、剑桥大学访问学者。

科技奖励**杨宗银研究员荣获 2023 达摩院青橙奖**

12 月 27 日，2023 达摩院青橙奖获奖名单正式公布，极端光学技术与仪器全国重点实验室杨宗银研究员获奖，他将获得由阿里巴巴公益专项支持、可自由支配的 100 万元奖金。达摩院青橙奖旨在发掘和帮助更多对科技进步有重要推动作用的 35 岁以下中国青年科学家，鼓励他们在重大科研攻坚中挑大梁，发挥榜样作用，带动更多人关注和投身科学研究。

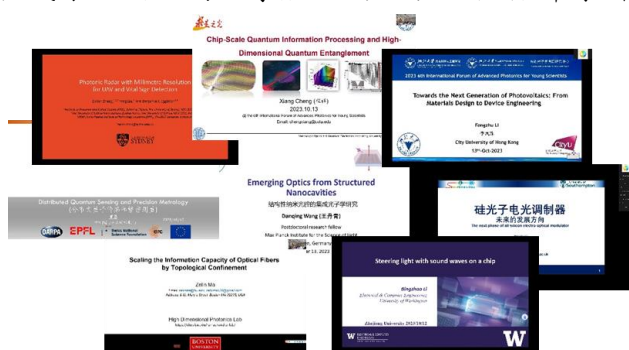


杨宗银分别在浙江大学机械系、浙江大学光电系和剑桥大学电子工程系获得学士、硕士和博士学位。2019 年博士毕业后，于剑桥大学电子工程系担任博士后研究员。2019 年 10 月，杨宗银被选为剑桥大学国王学院研究员（Non-stipendiary Research Fellowship）。杨宗银获得过剑桥大学国际生全额奖学金（全球仅 80 名），2021 年被评为浙江大学启真优秀青年学者，浙江大学优秀班主任，浙大创新创业先进个人，入选中国区《麻省理工科技评论》35 岁以下科技创新 35 人，并获得优秀青年基金（海外）资助。

“求是之光”海外青年学者论坛

2023年10月13日和12月19日,浙江大学光电科学与工程学院、科技部光电技术国际联合研究中心、浙江大学先进光子学国际研究中心、极端光学技术与仪器全国重点实验室(浙江大学杭州国际科创中心)联合举办了第六届和第七届“求是之光”海外青年学者论坛。

第六届论坛上,来自波士顿大学、悉尼大学、加州理工学院、加州大学洛杉矶分校、德国马克斯·普朗克研究所、洛桑联邦理工学院、香港城市大学、南安普顿大学、华盛顿大学的优秀海外青年学者依次做了精彩的学术报告,分享了各自的最新研究成果与进展,报告涵盖了声光激光雷达、微波光子雷达、量子精密计量、量子光芯片、硅基光电子器件、光纤通信、分子振动成像、纳结构光学腔、钙钛矿光伏器件等研究方向。



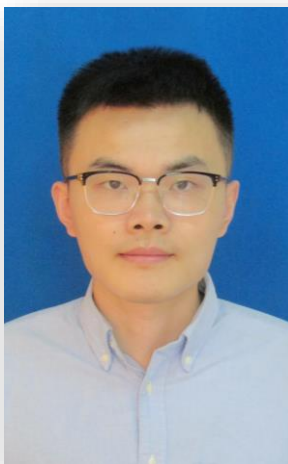
第七届论坛上,来自芝加哥大学、麻省理工学院、哥伦比亚大学、剑桥大学、新加坡国立大学、加州大学、斯坦福大学的优秀海外青年学者依次做了精彩的学术报告,分享了各自的最新研究成果与进展,报告涵盖了声学量子计算、衍射层析成像、片上全光分频、集成光谱仪芯片、二维非线性光电材料与器件、集成硅光量子点光源、光学合成频率维度等研究方向。



“求是之光”海外青年学者论坛为先进光子学及相关领域的海内外青年学者提供了高水平的交流平台,有利于促进光学交叉研究与学术创新。论坛有效提升了学科的国际影响力和吸引力。

七位青年才俊加盟实验室

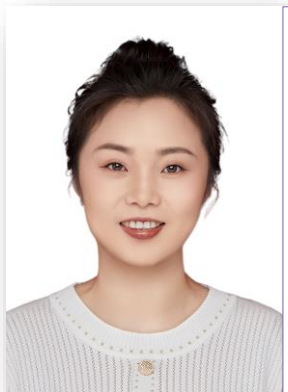
实验室与浙大杭州国际科创中心合作共建重大科技创新平台——极端光学技术与仪器研究院，作为实验室实体总部即将入驻。研究院面向海内外招聘光学工程、物理学、集成电路、材料、机械等相关专业优秀人才加盟。目前已有徐月暑、王依、高金铭、卞殷旭、包宜骏、刘大建、刘天棋等青年才俊加盟。



徐月暑，1993 年生。2020 年博士毕业于上海交通大学，2021 年至 2022 年在浙江大学光电学院从事博士后研究工作。主要从事计算成像相关研究，包括 EUV 相干衍射成像、X 射线相衬与显微成像、荧光超分辨成像、非视域成像等方面的研究。近几年以第一作者/通讯作者在 IEEE Transactions on Radiation and Plasma Medical Sciences 等期刊发表论文 10 余篇，主持国家自然科学基金青年基金与博士后基金面上基金项目，申请国家发明专利 8 项，授权发明专利 4 项。2022 年以求是科创学者身份加入浙江大学杭州国际科创中心极端光学技术与仪器研究院。



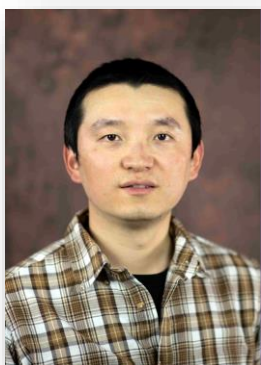
王依，1987 年生，2019 年 1 月从中国科学院大学获得博士学位。2021 年 3 月至 2023 年 3 月分别在比利时鲁汶大学、德国卡尔斯鲁厄理工学院从事博士后研究。2015 年 5 月至 2023 年 3 月期间，在中科院长春光机所应用光学国家重点实验室工作。主要从事光学检测、极紫外光刻关键技术及等离子体技术等方面研究。2023 年 4 月加入极端光学技术与仪器全国重点实验室任科创百人计划研究员。



高金铭，1991 年生，2020 年 12 月毕业于南京理工大学，获得博士学位，师从崔向群院士。于中科院上海光学精密机械研究所从事博士后研究。2023 年 3 月，入职浙江大学杭州国际科创中心，担任百人计划研究员，从事皮米精度干涉检测方向研究。主持“国家重点研发计划（青年科学家）”任务课题等项目，近五年发表论文 10 余篇，授权发明专利 7 项。



卞殷旭，1992 年生，2018 年博士毕业于浙江大学光电学院。从事精密光学测量与仪器研究。共发表论文 33 篇，其中一作 12 篇，通讯作者 2 篇，3 次学术会议特邀报告。主持国家青年基金项目共 5 项，授权专利 10 余项。获教育部技术发明一等奖。指导学生获“互联网+”全国金奖 2 次，获中国国际“互联网+”大赛优秀指导教师等荣誉。



包宜骏，1991 年生，2019 年 5 月博士毕业于美国佐治亚理工学院，2019 年 6 月至 2023 年 5 月在美国杜克大学做博士后。长期从事计算成像研究，包括定量相位成像和荧光成像分析。已在 Nature Machine Intelligence 等高影响力 SCI 期刊发表论文 14 篇，其中一作 8 篇，编辑精选 1 篇。2023 年 6 月作为科创百人计划研究员入职极端光学技术与仪器研究院。



刘大建，1994 年生，2021 年 6 月毕业于浙江大学光电学院，获得博士学位。2021 年 7 月至 2023 年 6 月在浙江大学-浙大杭州科创中心开展联合培养博士后研究。长期从事硅基光电子方向的研究，主要为高性能硅光器件及片上检测。近几年在 Science、Laser & Photonics Review 等期刊发表论文 11 篇，授权发明专利 5 项。2023 年 7 月以科创百人计划研究员加入研究院。



刘天棋，1992 年生，2020 年 6 月毕业于北京师范大学，获得博士学位。2020 年 7 月至 2023 年 7 月在清华大学核能与新能源技术研究院从事博士后研究工作。长期从事高分辨光刻材料和功能高分子材料的研究工作。近几年在 Nature Nanotechnology 等期刊发表论文 20 余篇；申请中国发明专利 4 项。2023 年 9 月加入浙江大学极端光学技术与仪器全国重点实验室刘旭教授、匡翠方教授课题组。

极端光学技术系列论坛

极端光学技术与仪器全国重点实验室发起了极端光学系列论坛,论坛旨在探讨极端光学检测与装备制造技术领域内前沿研究成果,就国内外高端光刻及集成电路产业发展现状展开交流。截至目前2023年12月底,该论坛已成功举办14期,论坛报告人均均为国内外光学及相关交叉学科研究领域内专家。此外,论坛还广泛邀请研究人员和学生参与,传播效果显著,反响热烈,形成了良好的交流学习氛围。

极端光学技术系列论坛 第十一期

Seeing life in a new light: from simple classical physics to quantum-enhanced imaging
(Vlad Yakovlev)

报告摘要

The progress of biomedical sciences depends on the availability of advanced instrumentation and imaging tools capable of attaining the state of biological systems in vivo without using exogenous markers. Mechanical forces and local elasticity play a central role in understanding physical interactions in all living systems. We demonstrate a novel way to image microscopic viscoelastic properties of biological systems using Brillouin microspectroscopy. In my talk, I will discuss the ways how an old spectroscopic tool can be used for real time microscopic imaging and provide possible solutions to long standing problems in Life Sciences and Medicine while advancing instrumentation beyond classical limits.

报告人简介

VLADISLAV V. YAKOVLEV
Professor in Department of Biomedical Engineering at Texas A&M University. Member of the Optical Society of America, American Physical Society, the International Society of Optical Engineering and the American Institute for Medical and Biological Engineering. Professor Vladislav V. Yakovlev focuses on developing new instruments for biomedical diagnosis and imaging, including micro layer biomechanics, nano optical imaging of molecular and cellular structures, protein spectroscopy, and structural dynamics, biological analysis applications of optical technology and spectroscopy, as well as deep tissue imaging and sensing.

主持人: 刘旭教授
时间: 2023年9月26日 (周二)
上午10:00-11:30
地点: 教三440
主办单位: 极端光学技术与仪器全国重点实验室

极端光学技术系列论坛 第十二期

极紫外阿秒光脉冲产生及其潜在应用
(宫晓春)

报告摘要

1960年激光器发明以来,每四到五年,都会出现一项与激光相关的诺贝尔物理学奖、化学奖。今年,诺贝尔物理学奖授予为探究物质电子运动产生阿秒光脉冲实验方法做出开创性贡献的Pierre Agostini, Ferenc Krausz, Anne L'Huillier。阿秒光脉冲产生方法确立20余年,其物相演化测量能力的验证,得益于近几年在凝聚态体系,尤其液体环境中,电子超快运动测量最后几片拼图的完善发展。本报告将首先梳理超快激光发展历程,归纳超快光学的关键物理与激光技术。再进一步深入系统介绍阿秒光脉冲产生原理及其强场物理、超快光学研究背景。最终,围绕时空高分辨精密测量,探讨极紫外阿秒光源在原子、分子、团簇、液体以及固体材料中物相结构、电子超快动力学精密测量调控中的应用,并进一步探讨极紫外阿秒光源未来发展方向,尤其是在半导体光刻光学检测中的应用。

报告人简介

宫晓春,2017年博士毕业于华东师范大学精密光谱科学与技术国家重点实验室。期间主要学习电子离子符合测量技术及其在强场电离解离中的应用。2018年在苏黎世联邦理工学院做博士后研究,深入探索阿秒科学,独立设计建造国际上首台阿秒团簇尺寸分辨符合干涉测量系统。目前致力于设计极端条件下科学实验研究系统,围绕阿秒超快光学及极端强场物理,寻求极限尖端应用制造创新突破。在极端时间空间尺度上,探究新奇现象与自然规律,实现化学反应及凝聚态体系电子超快动力学的精密测量与调控。因对阿秒科学的突出贡献,获2023年欧洲物理学会菲涅尔奖。在Nature, Science Advances, Nature Communications, Phys. Rev. X, Phys. Rev. Lett.等一流学术期刊发表SCI论文60余篇。

主持人: 匡翠芳教授
时间: 2023年10月19日 (周四)
下午14:00-15:00
地点: 教三440
主办单位: 极端光学技术与仪器全国重点实验室

极端光学技术系列论坛 第十三期

响应性磁光纳米材料在生物医学中的应用
(李智)

报告摘要

多功能磁光纳米结构由于独特的磁光响应特性,在生物医学多个领域,包括多模式成像,无标记传感,靶向纳米治疗,以及实时手术引导等,有广泛的应用。报告人的博士研究主要围绕纳米光热治疗实际应用中的挑战,设计了一种通用型半壳壳磁光纳米结构。通过控制材料尺寸和组成,实现了磁增强纳米光热和无标记原位测温,并利用结构的多功能性,使基于一种可降解半壳壳结构的混合纳米治疗(化疗结合光热)方法成为可能;另外报告还将介绍报告人博士后阶段的研究重点:高性能磁性材料,以及高精度光纤磁传感用于MRI中手术设备定位。

报告人简介

李智博士,本科(2012)和硕士(2015)毕业于武汉理工大学材料科学与工程学院,2019年10月获得巴塞罗那自治大学(加泰罗尼亚纳米科技研究所)材料科学博士学位。并于2020年8月加入伦敦大学学院物理学与生物医学工程系从事博士后研究至今。研究领域包括新材料、光学成像与(光纤)传感、微创诊疗。研究以新型多功能磁光纳米材料和可控纳米制备技术为重点,开发光学多模式成像和多功能生物传感,以实现精准医疗和诊疗一体化。五年内在Advanced Functional Materials, Small等期刊发表文章3篇,合作发表文章20篇,国际会议邀请报告4次,专利1项,担任Frontier in Photonics, IEEE Sensors等期刊审稿人。

主持人: 杨青教授
时间: 2023年10月30日 (周一)
下午15:00-16:00
地点: 教三440
主办单位: 极端光学技术与仪器全国重点实验室



极端光学技术与仪器全国重点实验室

State Key Laboratory of Extreme Photonics and Instrumentation



浙江大学
ZHEJIANG UNIVERSITY

地址：杭州市浙大路 38 号（浙江大学玉泉校区）

邮编：310027

电话：0571-87951432

邮箱：moimaster@zju.edu.cn

网站：<http://www.epi.zju.edu.cn>



官方网站



官方微信公众号