



2019 年第 2 期
总第 27 期
2019 年 7 月 8 日
编辑：高士明
夏孟华

浙江大学现代光学仪器国家重点实验室

TEL: 0571-87951432

新闻速递

第六届大气光散射和遥测技术国际学术会议 (ISALSaRS'19) 顺利召开

第六届大气光散射和遥测技术国际学术会议 (The 6th International Symposium on Atmospheric Light Scattering and Remote Sensing, ISALSaRS'19) 于 2019 年 6 月 17 日-21 日在浙江省杭州市隆重召开。本次会议由浙江大学主办, 中国科学院上海光学精密机械研究所、武汉大学、厦门大学、中国科学院安徽光学精密机械研究所、浙江省气象科学研究所、兰州大学、西安理工大学、杭州市气象局和自然资源部第二海洋研究所协办; 大会主席由中国科学院合肥物质科学研究院刘文清院士担任, 大会共主席由浙江大学刘东教授和美国 Science Systems and Applications, Inc. Wenbo Sun 博士担任。

本届会议吸引了来自中国、美国、日本、韩国、芬兰、马来西亚等国家和地区的 250 多位专家学者参会。本次会议旨在汇聚海内外专家学者, 开展大气光散射以及辐射传输、大气及海洋遥感技术、主动与被动遥感系统等信息科学与技术领域的交流与合作, 促进大气光散射与遥测技术的发展, 提升中国及浙江大学在相关领域的科技水平和学术影响力。本次会议共设大气光散射以及辐射传输、大气成分的现场测量、大气交叉和综合观测、用于地球观测的激光雷达、主动和被动遥感技术、中高层大气观测、大气及海洋综合遥感等 7 个主题, 共接收投稿摘要 160 篇。

最终国内外著名专家学者分别就大气光散射及遥测技术领域光散射及辐射传输理论、主动和被动遥感技术、地基雷达探测技术与方法的新理论、新方法和新进展等作了 33 个邀请报告, 展示了 51 个口头报告和 59 个墙报。

大气光散射和遥测技术国际学术会议从 2009 年至今, 经过 10 年来的发展, 已在国内外形成了较高的影响力, 对大气光散射及遥测技术领域的发展产生了深远的意义, 并成为该领域最具代表性的国际学术会议之一。本届大气光散射和遥测技术国际学术会议的顺利召开为相关领域不同学科的研究经验交流提供了平台, 有助于推动大气光学遥感领域国际前沿技术的交流与合作。



科研进展

超冷原子在动量空间的高维拓扑态性质研究

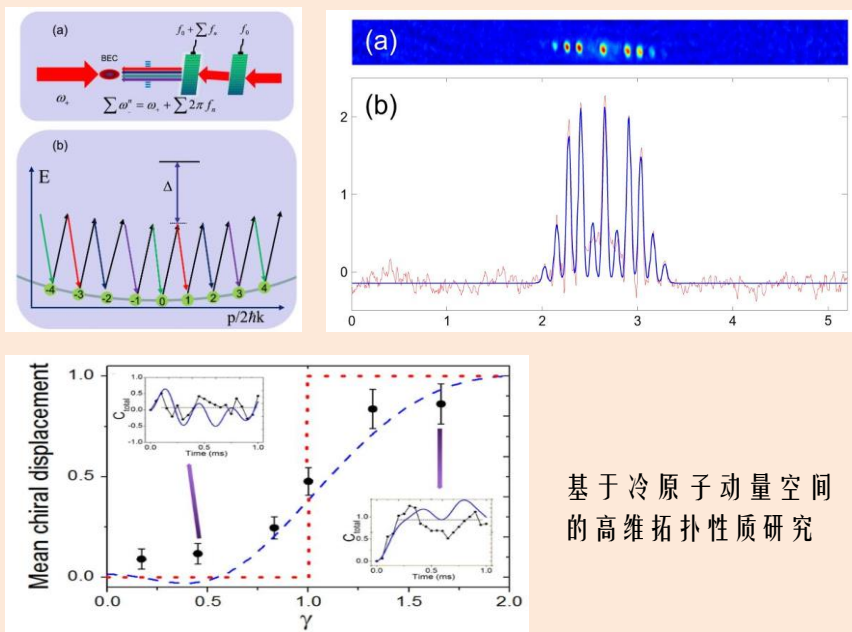
近日, 《NPJ quantum information》杂志报道了颜波课题组关于拓展 SSH 模型的拓扑性质研究的最新成果。

拓扑性质的研究是目前学术界非常关心的问题。超冷原子具有极佳的操控性能, 动量空间为拓展到研究更高维度拓扑性质打下基础, 两者的结合为研究物质的拓扑性质提供了一个新的契机。

超冷 BEC 可以看成动量为零的原子，通过多级 Raman 光，可以在动量空间构成类晶格结构，他们之间的耦合由这些 Raman 激光对控制。耦合的强度、相位、以及失谐都可以单独控制。最后通过飞行时间法，探测不同动量态上原子的布居，从而表征其拓扑性质。通过设计 Raman 激光对，颜波课题组构造了一个内部维度更高的 SSH 拓展模型，实验验证了理论提出的更高维度下拓扑性质的测量方案，并观测到参数区域内的改变导致的拓扑相变过程。

这一成果由浙江大学和美国 UIUC 大学合作完成，受到科技部重点研发计划青年项目，国家自然科学基金和浙江省自然科学基金的资助。

研究成果在线发表于《NPJ quantum information》期刊【Dizhou Xie, Wei Gou, Teng Xiao, Bryce Gadway and Bo Yan,. Topological characterizations of an extended Su-Schrieffer-Heeger model. *NPJ Quantum Information*, 5, 1 (2019). DOI: [10.1038/s41534-019-0159-6](https://doi.org/10.1038/s41534-019-0159-6)。



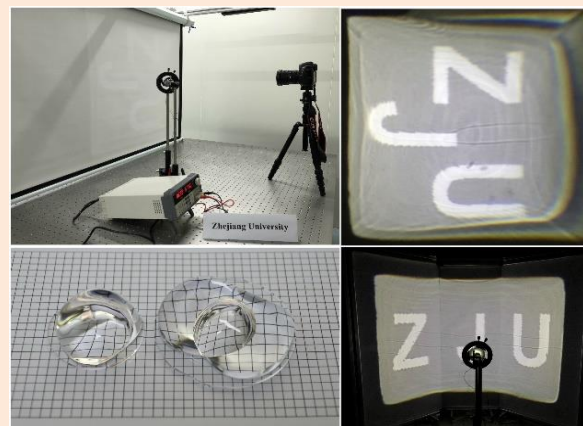
基于冷原子动量空间的高维拓扑性质研究

科研进展

复杂观测面上自由曲面非成像光束调控技术

光学自由曲面具有灵活的面型结构，采用自由曲面进行光束调控，可实现具有新型功能和新型结构的光电设备，可满足光电设备高性能和小型化的发展需求，在大视场高分辨成像、半导体照明、激光束整形等尖端国防和民用领域均具有重要应用价值。针对非成像光学中的自由曲面光束调控问题，郑臻荣和吴仍茂教授课题组在前期自由曲面光束调控的研究基础上（*Optics Letters* 38:229,2013; *Optics Letters* 43:1619, 2018），探索了观测面面型对自由曲面光束调控的影响，通过将观测面的面型结构纳入自由曲面设计，建立了复杂观测面上自由曲面光束调控的数学模型。该技术摆脱了当前同轴观测平面下的几何约束，获得了更为灵活的空间布局，对推动自由曲面在光束调控中的广泛应用有着积极作用。

研究成果在线发表于《Optics Letters》期刊【Rengmao Wu, Lin Yang, *et al.* Precise light control in highly tilted geometry by freeform illumination optics. *Opt. Lett.* (2019). DOI: [10.1364/OL.44.002887](https://doi.org/10.1364/OL.44.002887)】。



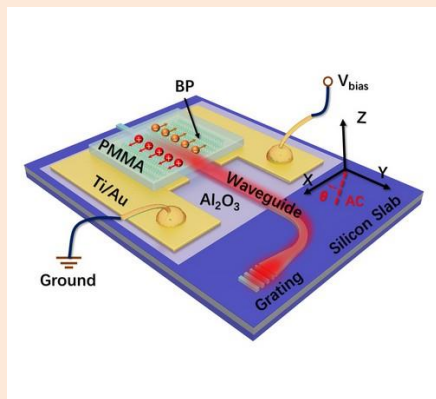
复杂观测面上自由曲面非成像光束调控技术

科研进展

高速高响应度硅-黑磷混合集成波导型中红外光电探测器

近年来,硅光技术发展迅速,已成为集成光学领域新兴主流方向,并朝着 $2\mu\text{m}$ 等新波段不断推进,以期在光传感等更多领域发挥更重要作用。作为其核心器件,中红外波段高性能硅基光电探测器引起国内外研究人员的极大兴趣。“硅+X”混合集成是其重要技术途径,而硅-传统半导体材料混合集成往往面临着结构与工艺兼容性难题。二维材料的出现为之提供了一种新的选择。其中,少层黑磷是一种近年来新兴的二维材料,具有可调控窄带隙及宽光吸收谱、高载流子迁移率等优异光电特性,有利于实现中红外波段高速光电探测器。

浙江大学现代光学仪器国家重点实验室戴道铎团队及深圳大学张晗团队等合作者对此进行了探索研究,首次成功研制了一种在 $2\mu\text{m}$ 波段具有高速高响应度的硅-黑磷混合集成波导光电探测器。该工作从理论和实验探究了黑磷各项异性对探测器光吸收率及响应度的影响,分析了其光伏效应工作机制,进一步研究了其温度特性。实验



提出并研制的片上双光子横模纠缠源

结果显示:在 $2\mu\text{m}$ 波段,该硅-黑磷混合集成波导光电探测器响应度达 0.3A/W ,且在 $25^\circ\text{C}\sim 65^\circ\text{C}$ 范围内都具有很好的稳定性;其测试带宽为 1.3GHz 并成功实现了 4Gbps 数据接收。根据其等效电路模型及材料特性的进一步分析,未来有望将其拓展至 $3\mu\text{m}$ 以上波段并获得更大带宽,具有广泛的应用前景,相关结果发表于《Laser & Photonics

Reviews》(博士生尹延龙为第一作者)。以上工作获得了国家杰出

青年科学基金项目等资助。

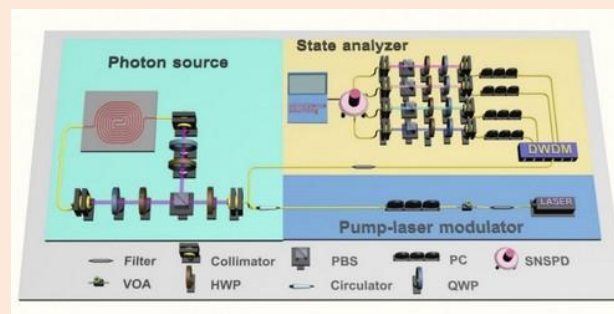
研究成果发表于《Laser & Photonics Reviews》期刊【Yanlong Yin, et al. High-speed and high-responsivity hybrid silicon/black-phosphorus waveguide photodetectors at $2\mu\text{m}$, *Laser & Photonics Reviews* 1900032, 2019. DOI [10.1002/lpor.201900032](https://doi.org/10.1002/lpor.201900032)】。

科研进展

硅基片上多光子源

多光子源是量子通信、量子计算、量子模拟和量子精密测量等领域的关键技术。尽管基于非线性体材料的量子光源研究已较为成熟,但仍亟需发展适用于集成量子光学的片上量子光源,以降低成本及能耗,并提高集成度、稳定性和扩展性。

浙江大学现代光学仪器国家重点实验室戴道铎团队和中国科学技术大学中科院量子信息重点实验室郭光灿院士团队任希锋课题组合作,在硅基片上多光子源研究方面取得重要进展。他们基于硅纳米光波导,通过精细调控光场模式及色散性能,显著增强了其非线性相互作用,利用硅纳米光波导中非线性自发四波混频效应,制备出性能优越的硅基片上双光子偏振纠缠量子光源,并在此基础上利用复用技术首次实现了硅基片上四光子源。该硅基片上多光子源具有 CMOS 工艺兼容性,且可稳定产生高亮度、可调谐、易于扩展的多光子量子态,为未来量子光学技术在通信、计算和精密测量等领域的应用提供



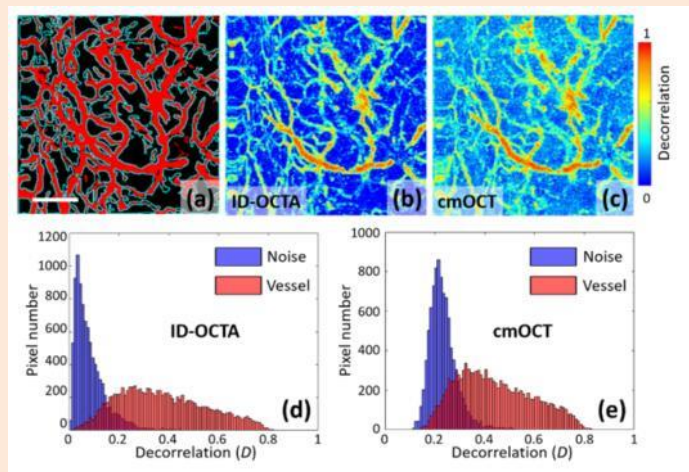
实验装置:主要包括泵浦激光调制、多光子源产生和量子态分析三部分功能。

重要基础, 相关成果发表于《Light: Science & Applications》【Ming Zhang *et al.* Generation of multi-photon quantum states on silicon, *Light: Science & Applications*, 8: 41, 2019 DOI: [10.1038/s41377-019-0153-y](https://doi.org/10.1038/s41377-019-0153-y)】(博士生张明为共同第一作者)。以上工作获得了国家杰出青年科学基金项目等资助。

科研进展

ID-OCTA: 基于多元时间序列模型的SNR自适应光学相干血流造影

血流是衡量机体生理功能和病理状态的重要指标。不同于常规外源性的荧光标记血流成像, 光学相干血流造影(OCTA)技术利用血红细胞(RBC)与周围组织的相对运动作为内源性的血流标记性特征, 利用OCT实现组织内部三维空间散射信号的高速、高分辨采集, 通过识别动态散射(血流)信号、剔除静态散射(周边组织)信号, 实现一种运动对比度、活体、无标记、三维微血管运动造影, 快速获取毛



活体人体皮肤的OCTA血流成像: 相比传统方法cmOCT, ID-OCTA具有更高的对比度

细血管水平的血流灌注形态结构与生理功能信息。但是噪声和RBC动态散射信号均表现了类似的随机变化特征, 难以有效区分, 严重制约了OCTA成像质量。

最近李鹏副教授小组基于多元时间序列模型、构建OCT信号的两维特征空间(信号强度/信噪比、时间去相关/运动), 提出了一种ID-OCTA技术, 该方法具有SNR自适应特性。由于OCT/OCTA是一种反射式的成像技术, 探测光随穿透深度指数衰减, 因此, 该技术特别适用于深部组织的血流成像。该3D实时血流成像技术有望推动皮肤创伤修复、微血管靶向治疗等领域的发展。该研究得到了301医院顾瑛院士团队的极大支持。

研究成果在线发表于《IEEE transactions on medical imaging》(IF=6.6)期刊【L. Huang, *et al.* SNR-adaptive OCT angiography enabled by statistical characterization of intensity and decorrelation with multi-variate time series model, *IEEE Transactions on Medical Imaging* (2019). DOI:[10.1109/TMI.2019.2910871](https://doi.org/10.1109/TMI.2019.2910871)】。

科研进展

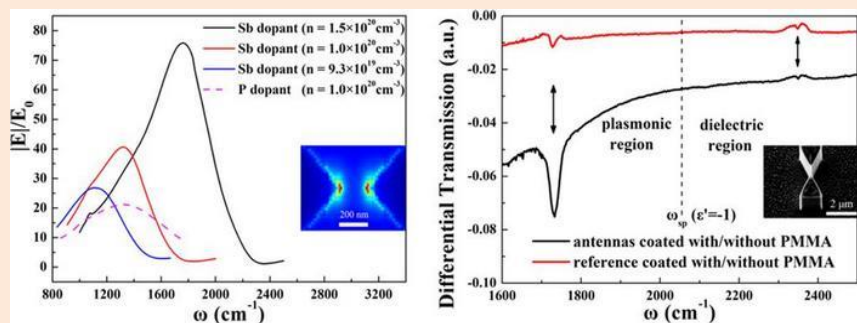
重掺杂锗的中红外等离激元特性

等离激元光子学, 是当前纳米光子学研究领域的重要分支。表面等离激元(SPP)具有亚波长传输和局域场增强的特性, 是微纳尺度下光子器件与电子器件相集成的桥梁。而工作中红外波段的等离激元材料, 在生物医疗、环境监测、工业过程监测等领域具有重要应用价值。

最近, 叶辉教授研究组通过分子束外延(MBE)和电子束曝光(EBL)设备, 制备了高质量的硅基锑掺杂锗外延层及bowtie型天线阵列, 并将其应用于增强PMMA中羰基伸缩光学声子振动模式($\sim 1730\text{ cm}^{-1}$)的光学响应。研究表明, 以锑为n型掺杂剂, 可以有效提高重掺杂锗的自由载流子浓度($1.5 \times 10^{20}\text{ cm}^{-3}$)及电子迁移率(224

$\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{S}^{-1}$)，改善天线阵列的局域场增强特性。

研究成果在线发表于《ACS applied materials & interfaces》期刊【Haining Chong, Zemin Xu, *et al.* CMOS-compatible antimony-doped germanium epilayers for mid-infrared low-loss high-plasma-frequency plasmonics. *ACS appl. mater. interfaces*, 2019, 11:19647-19653 DOI: [10.1021/acsami.9b04391](https://doi.org/10.1021/acsami.9b04391)】，本文的共同通讯作者是李强教授，第一作者是博士生种海宁。



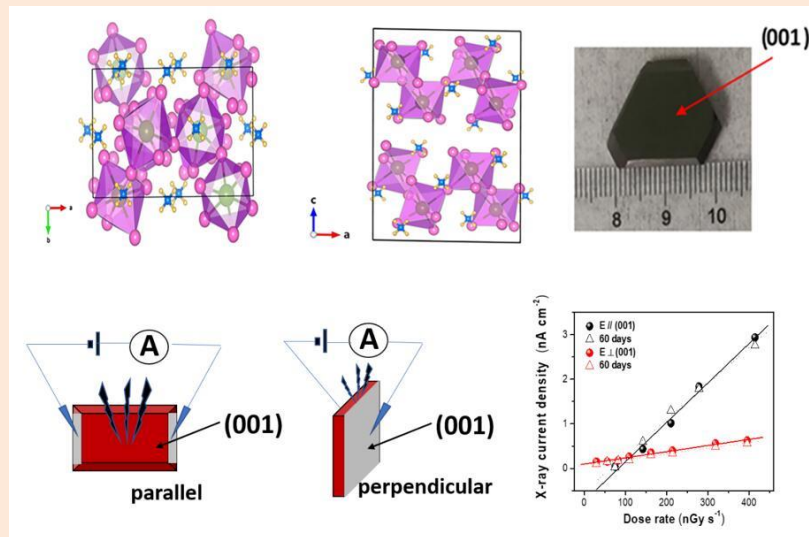
左图为重掺杂锗 bowtie 天线阵列的局域场增强随材料的载流子浓度及掺杂剂种类的变化；右图为该天线阵列在表面增强红外光谱 (SEIRA) 中的应用。

科研进展

具有各项异性的高灵敏度 X 射线探测器

对X射线的高灵敏检测在医疗、安全和工业检测等领域都有着至关重要的作用，比如X光胸透、CT成像以及机场的X光安全检查等都离不开这种核心元件。通常的探测方法是先利用闪烁体将X光转化为可见光，再通过常规的硅基可见光探测器探测，这种间接探测的方式一方面效率不够高，另一方面发光的闪烁体很厚，其成像分辨率受到光学串扰的限制。近期，浙江大学杨旻课题组在Nature photonics发表了题为“Highly sensitive X-ray detector made of layered perovskite-like

$(\text{NH}_4)_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ single crystal with anisotropic response”的论文。这个工作报道了一种具有类似钙钛矿结构的半导体材料 $(\text{NH}_4)_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ ，并基于此制作了具有高灵敏度和低检测极限的X射线探测器，其探测灵敏度和最低检测限大大超过了目前接近商用化的非晶硒X射线探测器，未来有可能应用于X光成像系统中，使得我们在更少的射线辐照量下获得更清晰的成像照片。它优异的探测性能主要来自以下几个方面，首先这类晶体有很大的原子序数和结构密度保证了对X射线光子的充分吸收；其次由于它的载流子扩散距离较大，因此X光激发产生的电子可以非常高效的传输和收集；另外它的暗电流很低，器件的散粒噪声很小，这有助于实现弱激发密度下的探测。除此之外，这种类钙钛矿材料具有层状结构，因此电学性能具有明显的各项异性，这些特殊性在以往的X射线探测器中鲜有报道。这个特点如果加以利用，可以实现载流子在纵向信号收集方向上的高效迁移和收集，同时抑制横向扩散，从而使得成像阵列中的横向扩散电流被压制，降低信号的电学串扰，实现更高分辨率的成像。



$(\text{NH}_4)_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ 晶体结构及各向异性的 X 射线探测性能

该课题得到现代光学仪器国家重点实验室刘旭教授和朱海明研究员的支持和协助,项目主要受到了国家重点研发计划纳米专项青年科学家项目2017YFA0207700和科技部973计划2015CB352003的经费资助。研究成果在线发表于《Nature photonics》期刊【Renzhong Zhuang, *et al.* Highly sensitive X-ray detector made of layered perovskite-like $(\text{NH}_4)_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ single crystal with anisotropic response. *Nature photonics* (2019), DOI [10.1038/s41566-019-0466-7](https://doi.org/10.1038/s41566-019-0466-7)】。论文第一作者是庄任重博士,第二、三、四作者王雪霁、马文博、吴宇豪均为光电学院2014级本科生。

访问交流

- ✚ 2019年4月14日,英国剑桥大学 Tawfique Hasan 教授作了题为“Printable 2D crystals: Challenges towards manufacturability”的学术报告;
- ✚ 2019年4月19日,深圳市微纳光子信息技术重点实验室主任李景镇教授作了题为“用于爆轰物理、凝聚态物理极(超)高速成像技术的最新进展”的学术报告;
- ✚ 2019年4月30日,北京大学张帆教授作了题为“面向城域网和数据中心应用的高速光传输与光互连技术”的学术报告;
- ✚ 2019年5月14日,美国Coe学院 Mario Affatigato 教授作了题为“The International Journal of Applied Glass Science and its development over the last few years”的学术报告;
- ✚ 2019年5月17日,华中科技大学周军教授作了题为“基于多孔碳薄膜的蒸发诱导水流动发电研究”的学术报告;

- ✚ 2019年5月18日,西北工业大学黄维院士作了题为“柔性电子”的学术报告;南京工业大学王建浦教授作了题为“面向柔性大面积发光的钙钛矿LED”的学术报告;
- ✚ 2019年6月12日,美国佛罗里达大学 Yunmei Chen 教授作了题为“Extra Proximal-Gradient Inspired Non-local Network for Image Reconstruction”的学术报告;
- ✚ 2019年5月5-10日,阮智超教授前往美国圣何塞出席 Conference on Lasers and Electro-Optics 会议,并做了题为“Optical computing of spatial differentiation without Fourier optics”的邀请报告。
- ✚ 2019年6月10日-12日,吴仍茂教授前往美国华盛顿特区出席“OSA Optical Design and Fabrication Congress”,担任了大会组委会委员和大会分会场主席,并做了题为“Precise light control in highly tilted geometry by freeform illumination optics”的学术报告。
- ✚ 2019年6月14-17日,方伟副教授赴香港参加 IMCO2019 会议,并做了题为“Fiber-based tunable microcavity with high coupling efficiency”的邀请报告。
- ✚ 2019年6月18日,方伟副教授访问香港中文大学物理系,并做了题为“Room-temperature single-photon sources based on colloidal quantum dots”的学术报告。
- ✚ 2019年6月16日,杨青教授赴香港参加 IMCO 会议,并做了题为“Waveguide platform for wide-field far-field super-resolution imaging”的邀请报告。