

分会场十三：微纳米光子学

主 席：吴一辉（中国科学院长春光学精密机械与物理研究所）

李铁（中国科学院上海微系统与信息技术研究所）

特邀报告 1：半导体太赫兹光频梳



黎华，中国科学院上海微系统与信息技术研究所，博士生导师，研究员。2009 年博士毕业于中国科学院上海微系统与信息技术研究所，然后分别在德国慕尼黑工业大学、日本东京大学、法国巴黎七大材料与量子现象实验室开展博士后研究工作，2015 年回国工作，2016 年获得中国科学院“百人计划”A 类择优支持。主要研究方向为太赫兹量子级联激光器及其光频梳、锁模激光器、太赫兹成像及高分辨光谱技术等。在 *Advanced Science*、*Optica*、*Applied Physics Letters*、*Optics Express* 等期刊上发表 50 余篇论文，曾获“2015 中国中国电子学会优秀科技工作者”，“上海市自然科学二等奖”（排名第三）、德国“洪堡”学者奖学金、日本 JSPS 奖学金等。担任科技部 973 计划课题负责人、国家自然科学基金面上项目（2 项）负责人、KJW 项目（2 项）负责人等。

报告摘要：

太赫兹 (THz) 波 (频率范围: 0.1-10 THz; 1 THz=10¹² Hz) 位于红外光和微波之间, 在国防安全、生物医疗、空间等领域具有潜在应用。由于缺乏高效 THz 辐射源和探测器, THz 波还没有被完全认知, 所以其被称为 THz 间隙 (“terahertz gap”)。在 1-5 THz 频率范围内, 基于半导体电泵浦的光子学器件 THz 量子级联激光器 (quantum cascade laser, QCL) 在输出功率和效率方面比电子学和差频器件高, 是关键 THz 辐射源器件。本报告主要介绍我们在高性能 THz 核心器件以及半导体光频梳方面的研究进展。在高性能核心器件方面, 我们突破分子束外延生长和半导体工艺技术, 研制出高功率 (1.2 W)、低发散角 (2.4°)、宽频率范围 THz QCL 器件并实现 THz 高速探测和多色成像。基于高性能半导体 THz QCL 器件, 成功实现 THz QCL 光频梳以及双光梳。克服传统 THz 光谱仪在测量时间和光谱分辨率方面的缺陷, 开发出基于 THz QCL 双光梳的紧凑型高分辨实时光谱检测系统, 为将来实现新一代 THz 光谱仪奠定基础。

特邀报告 2：基于光子晶体的电光调制系统芯片



余华，重庆大学，博士、系主任、教授、博士生导师，IEEE 会员，中国电子学会高级会员，中国微纳电子学会高级会员，中国微米纳米技术学会青年委员会委员，中国仪器仪表学会微纳器件与系统技术分会理事，重庆半导体行业协会理事，IEEE Transactions on Industrial Electronics、IEEE Journal of Solid-State Circuits、Sensors and Actuators A: Physical、Advanced Energy Materials、Journal of Micromechanics and Microengineering 等国际期刊的审稿人，国家科技部专家库专家，教育部学位点评审专家，国家自然科学基金委评审专家，重庆战略性新兴产业股权投资基金特聘专家，重庆市知识产权仲裁委员会特聘专家，重庆市科委、市经信委等政府机关的项目评审专家。在哈尔滨工程大学获学士学位、华中科技大学获硕士、博士学位，State University of New York (Albany) 博士后，Georgia Institute of Technology 国家公派访问学者，现为新型微纳器件与系统国防重点学科实验室副主任、重庆大学光电学院电子系主任。

主要从事微纳传感器、物联网、能量收集、微纳机电系统 (MEMS)、智能制造及新型微纳光电子器件等研究。近年来作为课题负责人先后完成了国家重点研发计划项目、国家重点研发计划、总装预研重点基金项目、国家支撑计划项目、国家自然科学基金面上项目、重庆市自然科学基金面上项目等多项课题，作为主研人员参与完成了国防“973”项目、国家自然科学基金重点项目等。在 Advanced Energy Material、Nano Energy 等刊物上公开发表 SCI、EI 等高水平论文 50 余篇，他引次数大于 200，获权发明专利 5 项，出版著作 2 本，获重庆市教学成果一等奖 1 项。

报告摘要：

光子晶体是一种介电常数随光波长大小呈周期性变化的人工晶体，具有诸多优良特性，如光子带隙、光子局域、慢光效应等，其从根本上解决了微纳尺寸光器件控光的难题，提供了实现超密集型集成器件的新途径。课题组基于二维光子晶体结构与物理效应特点，结合 MZM 电光调制器结构，研究制备基于全光子晶体的电光调制器，同时设计自聚焦光栅波导，解决对前端光信号的耦合问题。为将器件尺寸控制在微纳级别，课题组将耦合器与电光调制器设计集成在同一铌酸锂薄膜上，共同组成基于光子晶体的片上电光调制系统。与传统脊型波导电光调制器相比，此系统拥有超低驱动电压、超高调制带宽与消光比，其中由于光子晶体波导控光原理的不同，电光调制器中的 Y 分支波导角度可以大幅增加（最高可达 180° ），从而减小 Y 分支结构所占用的薄膜空间，大幅增加器件的集成度。由于光子晶体波导截面尺寸 ($0.5 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}$ 长方形) 与单模光纤截

面尺寸（ $5\ \mu\text{m}$ 半径圆形）相差较大，课题组采用自聚焦光栅波导耦合器转化光信号传播模式，在保证器件集成度的前提下，大幅减小光路损耗。整个片上系统均可使用 **FIB**（聚焦粒子束）进行直写加工，其可实现多种材料的复杂形状微纳加工，与传统的机械加工方法相比，**FIB** 对加工基底损失很小，这对结构参数精细的光子晶体提供了可靠的工艺支持，也为片上系统的制备提供保证。

特邀报告 3: 基于等离子激元增强的 AlGaN 基紫外探测器研究



孙晓娟，中科院长春光机所，副研究员，博士，博士生导师，中国科学院青年创新促进会会员，主要从事半导体光电材料与器件及等离子激元研究。主持包括国家自然科学基金面上项目等项目 10 余项，在 *Light: Science & Applications*, *APL* 等期刊发表论文 40 余篇，申请/授权发明专利 20 余项，担任 *Scientific Reports* 等学术期刊审稿人。

报告摘要:

等离子激元局域场增强效应为实现高性能半导体光电器件提供了新途径。本研究创新将等离子激元应用于 AlGaN 基材料紫外及深紫外探测，将纳米 Ag 颗粒应用于 GaN 紫外探测器，将 Al 纳米粒子应用于日盲紫外探测器，使其性能得以明显提升。同时，利用开尔文探针力显微镜，国际上首次在实验上观测到等离子激元在紫外波段的局域场增强效应。

特邀报告 4: 纳米结构表面光学矢量场的超分辨测量表征



白本锋，博士，清华大学精密仪器系，长聘副教授，博士生导师。分别于 2001 年和 2006 年在清华大学获得工学学士和光学工程博士学位，2006-2009 年在芬兰约恩苏大学开展博士后研究，2009 年起在精仪系工作至今。从事纳米光学和近场光学领域的基础研究工作，发表 SCI 论文 70 余篇，他引 1200 余次，在 Nature 子刊、Nano Letters、Advanced Materials 等一区期刊上发表论文 10 余篇，申请和获授权的国家及国际发明专利 30 余项，在国际会议上做特邀报告 10 余次。现任全国纳米技术标准化技术委员会委员、北京粉体技术协会专家委员、美国光学学会期刊 Optics Letters 专题编辑。曾获中国仪器仪表学会金国藩青年学子奖、清华大学教育教学成果一等奖、清华大学优秀博士学位论文指导教师等荣誉。

报告摘要:

随着表面等离激元光学、超构表面、光学拓扑绝缘体等纳米光学前沿研究的迅速发展，在纳米尺度实现对光与物质相互作用及纳米光学器件光学性能表征具有重要的研究意义。扫描近场光学显微术为实现光学近场矢量场的各种物理量的超衍射极限分辨成像提供了可能。我们基于电磁学互易定理和扫描近场光学显微术，从成像理论、仪器系统及测量应用三个层面对光学近场矢量特性测量这一科学问题开展研究，建立了近场成像理论模型以及描述近场探针电磁矢量响应特性的品质参数，设计了对光场旋性和磁场矢量敏感的纳米功能探针，搭建了旋性和相位分辨、以及矢量分辨的近场显微测量系统，应用纳米功能探针及纳米偏振术，可实现对光子自旋-轨道相互作用以及可见光频段磁场矢量的近场测量。作为应用，首次实现了对超构表面涡旋光场的空间演化的直接测量，以及对隐失驻波场中光频磁场全矢量的直接测量，成功近场表征了涡旋光束的几何相位、拓扑荷数、空间动态相位以及隐失驻波场的光频磁场、局域斯托克斯参数等矢量场特征量，为探索介观尺度下光与纳米结构的相互作用、辅助纳米光学制造、以及实现光学近场的全矢量场测量提供了重要的理论基础和仪器工具。

特邀报告 5: 超构表面中的角度色散: 物理与应用



何琼，复旦大学物理系，副教授，2008 年于法国巴黎第十一大学巴黎光学研究所获物理学博士学位。研究领域：超构材料，微纳光子学，等离子激元学等。发表了包括 Nature Material, PRL, PRX, Light: Sci &App 等期刊在内的 50 多篇 SCI 论文。

报告摘要:

角度色散特性是超构表面体的本征性质，但是人们对其物理根源并未完全了解，因此也限制了它在超构表面器件设计中的应用。本报告将介绍如何基于紧束缚理论和耦合模方法建立能够定量描述这一奇异物理现象的理论模型，揭示体系角度色散行为其实决定于人工原子之间的近场耦合效应，并给出了通过控制体系近场耦合调控角度色散行为的方法，进而给出了近红外波段的相关应用。

特邀报告 6: 集成电路制造装备技术中跨尺度微纳光学计量与检测技术



周维虎，现为中国科学院微电子所研究员、博导、光电研发中心主任，中国科学院大学岗位教授、博士生导师。1983年毕业于合肥工业大学精密仪器系，1983年至1996年在航空部北京第三零四研究所（国防科工委第一计量测试研究中心）从事精密仪器及几何量计量测试技术研究，1988年至1990年在法国 Louis Pasteur 大学做访问学者，研究精密光电测量技术，2000年在合肥工业大学精密仪器系获工学博士学位，2001年4月至2003年4月在美国 Wisconsin-Milwaukee 大学做博士后，研究智能设备诊断技术，2003年5月至2004年7月在美国 Oakland 大学做博士后，研究精密激光测量技术，2001年至2004年担任美国 Automated Precision Inc. (Maryland, USA) 公司高级研究员，专业从事激光跟踪测量技术研究及开发工作。

共主持完成近 40 项课题研究，获得省部级科技奖励 6 项，发表论文 100 余篇，申请发明专利 30 余项，编写教材 1 部，起草国家计量检定规程和规范 4 部。目前主要研究方向为光电系统总体设计与集成测试、光电精密测量技术与仪器、飞秒激光测量技术、大尺寸几何量计量测试技术、微纳测量与缺陷检测技术等。

报告摘要:

该报告着眼于半导体加工制造工业对跨尺度微纳计量检测技术的需求，着重介绍了基于光学测量技术的关键尺寸（CD）、微纳尺度和高深宽比结构的测量，以及集成电路缺陷检测、EUV 光刻环境控制和纳米定位和纳米操作系统；最后对微电子所光电研发中心 IC 检测目前起步研究工作做一个简要介绍。

特邀报告 7: 面向红外气体传感的超结构滤光探测阵列芯片



易飞，华中科技大学，光学与电子信息学院，副教授。本科及硕士毕业于浙江大学信息与电子工程学系（ZJU）；2011年获美国芝加哥西北大学电子工程与计算机科学系博士学位（NWU）；曾作为访问学者工作于新加坡科技局数据存储研究中心（DSI-ASTAR）；后于美国费城宾夕法尼亚大学材料科学与工程学系从事博士后研究（UPenn）；2015年9月入职华中科技大学光电信息学院工作（HUST）。

长期从事人工光学微纳结构及相关器件的研究，力图解决红外成像探测、光谱分析、气体传感等领域的技术瓶颈背后的核心科学问题。迄今在 *Nature Photonics*、*Nano Letters*、*Optics Letters*、*Applied Physics Letters* 等期刊上共发表 SCI 收录论文 34 篇；获得美国授权专利 2 项，专利申请 2 项；出版专著章节 1 章；发表会议论文 26 篇；在 CLEO、OFC、SPIE Photonics West 等国际光学会议上做出口头报告 18 次，其中邀请报告 1 次。入选 2017 年度湖北省“楚天学者计划”。

报告摘要:

红外气体传感是利用目标气体在特定红外波段的吸收获取目标气体信息的技术。与其他气体探测技术（如电化学气体探测，催化燃烧气体探测）相比，红外气体探测具有选择性强、性能稳定、灵敏度高、动态测量范围大、设备受外界干扰小、使用寿命长等优点，在工农业生产、环境质量监测、国防、航空航天、家庭生活等各个领域都有广泛的应用。现有的红外气体检测系统一般采取“宽谱光源+气室+窄带滤光片+红外探测器”的架构。由于气室中可能存在的多种气体，而探测器本身并不具有光学滤波的功能，因此需要在探测器前插入与目标气体的特征吸收波长匹配的窄带滤光片，使探测器的信号变化只反映目标气体的浓度变化。然而，“窄带滤光片+红外探测器”的组合只能在一个波长处实现光电读出，因此采取这种架构的检测系统只能检测一种目标气体，对于同时检测多种目标气体则无能为力。本报告介绍课题组在构建超结构集成式多波长滤光探测芯片阵列，取代“窄带滤光片+探测器”的组合，实现的新型多气体检测系统的研究进展。

特邀报告 8: Femtosecond laser: a versatile tool for nanoprinting



王学文, 博士, 武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室教授, 武汉理工大学先进材料与器件飞秒光制造中心副主任。曾为澳大利亚斯威本科技大学博士后研究员, 于 2017 年获得斯威本科技大学理学博士学位。Light: Sciences and Applications、Nanophotonics、Applied Physics Letters 等期刊审稿人, 《中国光学》青年编委。王学文博士主要从事超快激光微纳加工与制造相关工作, 致力于超快激光与物质在微纳尺度下的相互作用的调控和超快激光精密加工的工艺研究。

报告摘要:

Subwavelength structures (meta-atoms) with artificially engineered permittivity and permeability have shown promising applications for guiding and controlling the flow of electromagnetic energy on the nanoscale. Ultrafast laser nanoprinting emerges as a promising single-step, green and flexible technology in fabricating large-area of meta-device through the polymerizing, ablative or translative modification of photopolymers, semiconductors or metal films, via versatile light-matter interaction mechanism¹⁻³. Here, we demonstrate a versatile nanoprinting scheme via different rout of light-mater interaction, showing the flexibility of nanostructure/device fabrication using a femtosecond laser⁴⁻⁶.

Ref:

- [1] Wang X, Kuchmizhak AA, Brasselet E, Juodkazis S. Dielectric geometric phase optical elements fabricated by femtosecond direct laser writing in photoresists. *Appl Phys Lett* 2017;110:1–4.
- [2] Wang XW, Kuchmizhak AA, Li X, et al. Laser-induced translative hydrodynamic mass snapshots: noninvasive characterization and predictive modelling via mapping at nanoscale. *Phys Rev Appl* 2017;8:440161–7.
- [3] Wang L, Chen QD, Cao XW, et al. Plasmonic nano-printing: large-area nanoscale energy deposition for efficient surface texturing. *Light Sci Appl* 2017;6:e17112.
- [4] Wang X, Kuchmizhak A, Hu D, Li X. Multiple orbital angular momentum generated by dielectric hybrid phase element. *AIP Conf Proc* 2017;1874:30039.
- [5] X. W. Wang, A. Kuchmizhak, D. Storozhenko, S. Makarov and S. Juodkazis, “Single-Step Laser Plasmonic Coloration of Metal Films,” *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2018;10:1422.
- [6] Wang X, Nie Z, Liang Y, Wang J, Li T, Jia B, Recent advances on optical vortex generation. *Nanophotonics* 2018;7:1533-56.

特邀报告 9: 法诺共振回音壁模式光学微腔生物传感技术研究



王越，中科院长春光机所应用光学国家重点实验室助理研究员，2011年获吉林大学理学学士学位，2016年获中国科学院大学光学工程博士学位。研究背景包括微纳米加工、非线性光学及光学检测仪器开发等，研究兴趣包括开展高灵敏度、高通量无标生物传感技术。当前主要研究工作包括高品质因数回音壁模式光学谐振腔生物传感技术研究。

报告摘要:

单分子无标生物传感技术发展将推动分子生物学研究，高品质因数回音壁模式光学微腔为实现单分子无标生物检测提供增强的光与物质作用平台和传感信号增强手段。我们采用激光扫频结合法诺共振及信号处理技术提高传感系统信噪比。报告包括光纤耦合回音壁微腔模式耦合法诺共振光谱调制实现技术以及法诺共振模式劈裂纳米粒子探测信号增强技术。我们希望建立完备的耦合系统光谱响应信号模型以获得更多生物分子作用信息。