

分会场二：微纳加工制造

主 席：王大志（大连理工大学）、赵立波（西安交通大学）

特邀报告 1：仿生微纳偏振光导航传感器的研究进展



褚金奎，大连理工大学机械学院，教授、博导，长期从事微纳电子机械系统、微纳传感器和执行器，机器人机构学、智能机器人等方面的研究。主持完成国家“973”项目、“863”课题、国家自然科学基金等项目有 15 项；研究成果曾获国家技术发明奖二等奖一项，教育部自然科学二等奖 2 项、其他省部级科技奖 3 项；获得授权国家发明专利 35 件；出版专著 2 部；发表学术论文 300 余篇，其中 SCI 他引 600 余次；为国家培养博士、硕士研究生 100 余名。

报告摘要：

昆虫复眼经过数十亿的进化形成了奇异的偏正光导航能力，通过对其导航机理和偏振敏感微纳结构的分析和模仿，设计确定了偏振敏感结构以及主要参数，并利用微纳制作工艺制作了集成偏振敏感微纳传感器，在静态标定的基础上，利用该传感器在机器人和无人机上进行了初步的导航试验，验证了开发的仿生偏振光导航传感器的性能，为该传感器的进一步开发和应用奠定了理论和技术基础。

特邀报告 2: 超薄柔性电子的激光剥离理论与实验研究



黄永安, 华中科技大学机械学院教授, 数字制造装备与技术国家重点实验室副主任, 国家优秀青年科学基金获得者, 国家“万人计划”青年拔尖人才, 教育部“长江学者奖励计划”青年学者。从事柔性电子的器件设计、工艺原理与制造装备等研究, 聚焦于多学科交叉前沿研究领域, 在 Nano Energy、Small、Nanoscale、Nature Comm. 等期刊发表 SCI 论文 70 余篇, 出版中文著作 1 部、英文著作 2 部, 授权国家发明专利 50 余项, 美国专利 1 项; 获得湖北省自然科学一等奖、瑞士日内瓦国际发明特别金奖/金奖。兼任《中国科学: 技术科学》中英文版的青年编委、Scientific

Reports 编委等。

报告摘要:

将电子器件从刚性基板上剥离是柔性电子制造关键工艺, 但如何可靠剥离超薄 ($<5\mu\text{m}$) 柔性电子仍面临挑战。本文通过理论和实验研究了激光剥离超薄 PI 薄膜的工艺机理和技术特性。PI 薄膜激光剥离工艺中, 激光透过玻璃基板后在 PI 与玻璃基板界面烧蚀 PI 薄膜, 使界面的微观形貌发生改变, 被激光烧蚀 PI 产生的气体物质进一步降低界面粘附强度从而加速剥离。烧蚀过程中气体产物的多少, 决定了激光剥离最终效果的不同: 从薄膜未剥离并与基板存在残余粘附, 到剥离后的薄膜起皱或破损。随着薄膜厚度的减小, 利用激光剥离获得理想的超薄 PI 薄膜变得越来越困难。理论研究发现超薄 PI 薄膜在激光剥离时, 工艺窗口狭窄, 发生褶皱和破损的机理。基于理论计算和实验观测, 推导出膜厚及其所能容忍的最大激光能量密度, 由此给出了激光工艺参数和薄膜厚度的工艺窗口。指出传统激光剥离工艺存在可剥离膜厚的工艺极限 ($5\mu\text{m}$), 提出了 2 种激光剥离超薄 PI 薄膜的工艺优化方法, 有效抑制塑性变形的发生, 均可以实现超薄柔性电子器件的无损剥离, 为超薄柔性电子的高可靠激光剥离奠定基础。

特邀报告 3: 复合微组装技术的研究



常博，教授。硕士毕业于芬兰坦培雷工业大学自动化专业，博士毕业于芬兰阿尔托大学电气工程专业。现为陕西科技大学教授，博士生导师，第九批陕西省“百人计划”青年百人计划入选者，智能传感器创新联盟理事，陕西科技大学骨干人才，“多尺度机电系统实验室”负责人。具有十多年在海外多所知名大学研究机构的科研工作经历，长期从事微纳米操作，微纳米机器人，半导体电子器件以及柔性可拉伸设备的微组装技术的研究，主持参与过多个芬兰国家级、大型欧盟、国家自然科学基金项目。在多年的研究中，常博士将自动化，应用物理和微纳米制造等领域有机融合在一起，形成了一套有自己特色的微纳米机器人研究的体系和方法。在 *Advanced Materials*, *Soft Matter*, *Applied Physics Letters*, *IEEE JMEMS* 等权威国际期刊和 *IEEE IROS*, *IEEE CASE*, *MARSS* 等重要国际会议发表论文 40 多篇。

报告摘要:

传统的微组装技术是基于机器人的 *pick-and-place* (取/放) 原理，利用微小夹持器实现对微小器件的定位和组装，然而，随着半导体电子设备趋于微型化，器件组装的定位和对齐精度要求更高，传统的机器人 *pick-and-place* (取/放) 技术遇到了瓶颈，无法同时满足高效率和高精度组装的要求。我们首次提出了复合微组装的概念，将传统机器人 *pick-and-place* 技术和基于表面张力的自对齐技术结合起来，利用传统机器人速度快的特点，把微芯片快速进行初定位，随后，利用表面张力自组装定位精度高的优势，进行二次精确定位，从而最终实现高效高精度的芯片定位和对齐。为了检测复合微组装技术的可适用性，我们将这项技术应用于不同材料和结构的基底，例如:凸台结构、亲水/疏水结构、*segmented* 结构等。值得注意的是，我们把复合微组装技术应用于可穿戴的柔性可拉伸设备的制造。由于可拉伸设备的基底是柔性的，刚性器件与柔性基底的定位精度无法保证。通过结合复合微组装技术和亲水/超疏水材料，我们成功实现了微米级刚性芯片在柔性基底上的高效及高精度自定位。全方位的显示了复合微组装技术在可穿戴的柔性可拉伸设备上的应用潜力。

特邀报告 4: Enhancement in light extraction efficiency of GaN-based light-emitting diodes by integrating micro/nano-structures



周圣军，武汉大学，副教授，2005 年至今一直从事 GaN 基紫外/蓝光/绿光 LED 芯片设计与制造技术研究和产业化工作，主持国家自然科学基金、湖北省杰出青年基金、国家重点研发计划子课题、863 重大项目子课题等项目，在 *Optics Express* 等国际权威期刊发表第一通讯作者 SCI 论文 39 篇，主编学术专著 1 部，获授权中国发明专利 8 项。绿光 LED 芯片研究成果被国际知名学者 JSAP Fellow、日本大阪大学 Fujiwara 教授在论文中评价为世界上外量子效率最高的绿光 LED 芯片，并被 2014 年诺贝尔物理学奖获得者 Akasaki 教授在论文中正面引用。紫外 LED 芯片研究成果被 LED 发明人、2014 年诺贝尔物理学奖获得者赤崎勇教授在论文中大段篇幅引用。提出了一种三维倒装结构 LED 芯片，提升了电流扩展均匀性，使蓝光 LED 芯片的光输出饱和电流提高到原来的两倍，研究成果已实现产业化。

周圣军受邀担任第十七届 ICEPT 国际学术会议组织委员会共同主席，第十二届光学与光电子国际学术会议技术委员会委员，第二届电子器件与机械工程国际会议技术委员会委员，获国际会议 IEEE ECTC 杰出贡献奖，在国际学术会议上作大会报告 2 次，邀请报告 6 次，受邀为 ACS Photonics 等 24 份国际学术期刊审稿。2016 年入选湖北省“楚天学者计划”，2018 年获湖北省杰出青年基金。

报告摘要:

Gallium nitride (GaN)-based light-emitting diodes (LEDs) have attracted considerable interest for applications in high-resolution micro-displays, automotive front lighting, optogenetics, visible light communication as well as general lighting. However, the light extraction efficiency of GaN-based LEDs is limited due to total internal reflection (TIR) of the emanated light at the GaN-air interface resulting from their different refractive indices. This presentation will outline the emerging technologies in the design and manufacturing of micro/nano-structures for improving light extraction efficiency of GaN-based blue/green/ultraviolet LEDs. Recent development from our research group in fabricating micro/nano-structures, such as surface roughening, patterned current blocking layer, patterned sapphire substrate, sidewalls nano-prism, micro-structured SiO₂ grating, Ag reflector, omnidirectional reflector (ODR), and metal wire grid transparent conductive electrodes, will be discussed in this talk. Moreover, three-dimensional flip-chip LED, vertical structure LED on

silicon substrate, high-voltage direct current (DC)/alternating current (AC) LED, and mini/micro-LEDs will also be discussed in this talk.