

分会场四：微纳传感器/执行器

主 席：张宇峰（哈尔滨工业大学）、赵晓锋（黑龙江大学）

特邀报告 1：基于弹性多孔电极的自供电高 g 值力学冲击传感器



王晓峰，清华大学精密仪器系，研究员，主要研究方向为微纳能源领域相关新原理、新材料、新方法、新工艺的研究，重点进行基于微纳技术的新型储能器件及 MEMS 集成微能源系统研究，相关工作先后获得国防 973、型谱、瓶颈、预研等项目支持。近五年来，王晓峰在 *Nature Communication*, *Advanced Energy Material*, *ACS nano*, *Nano Energy* 等刊物以第一和通讯作者发表学术论文三十余篇，SCI 他引 1000 余次。王晓峰先后获得国家技术发明二等奖、高等学校科学研究优秀成果技术发明二等奖、北京市科学技术二等奖、中国仪器仪表科学技术一等奖等国家及省部级奖励，并获得教育部新世纪优秀人才荣誉称号。

报告摘要：

在智能弹药和汽车电子等应用领域中，其弹药起爆、安全气囊启动等核心功能的实现均依赖于对高 g 值力学冲击作用的实时感知。而传统的有源式冲击传感器受到冲击瞬间电源不稳定性的干扰，可靠性和信号感知准确性存在不足。针对这一问题，本报告提出了一种基于弹性多孔电极的新型自供电冲击传感器，无需外部电源供电即可实现对高 g 值冲击过程的感知。

该传感器基于碳材料与聚合物材料的微观复合实现弹性多孔电极。一方面，利用多孔材料与电解液间丰富的固液反应界面构建电化学微储能结构，实现能量在传感器中的预存储；另一方面，利用多孔材料在力学冲击下的弹性微形变产生压阻效应，并通过电化学储能体系直接转化为电压敏感信号输出，实现了对高 g 值力学冲击的自供电感知。

本报告将从机理模型、仿真分析、器件加工与性能测试等方面，详细介绍自供电高 g 值力学冲击传感器的研究工作。

特邀报告 2：应用于早期诊断与精准医疗的集成微系统技术



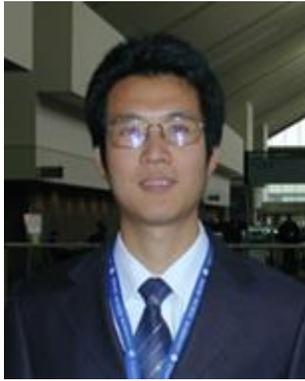
刘玉菲，博士，现任重庆大学光电工程学院教授，博士生导师，智能感知技术协同创新中心主任，2016 年国家重点研发计划“数字诊疗装备研发”重点专项青年项目主持人，2016 年国家重点研发计划“政府间国际科技创新合作”专项重点项目高校负责人，国家薄层石墨材料标准化技术委员会委员。于 2003 年被授予北京大学物理学和经济学学士学位，于 2011 年被英国赫瑞瓦特大学授予哲学博士学位，随后任职于英国斯旺西大学和英国帝国理工，发表学术论文 30 余篇，申请国内外发明专利 10 余项。刘玉菲博士的科技成果转化项目已经成功实现销售超过千万美元，并获得英国技术战略委员会（TSB）明日商业之星提名。

报告摘要：

随着医疗水平的提升和社会老龄化时代的来临，生物医药领域对于早期诊断和精准治疗提出了更高的要求 and 更广泛的需求。在此基础上，“生物医药及高性能医疗器械”被列为我国“十三五”重点促进十大产业之一。随着人类对于人体的逐步深入探索，对于人体心脏、血管、脑和神经的复杂结构、特性、功能及临床的深入研究，在创新药物研发的同时，早期诊断、病理筛选平台和微创精准治疗器件平台成为了广大医护工作者和患者的迫切需求。

基于先进微纳制造工艺，微机电集成系统技术正从传统的微机械、微机电领域，拓展应用到生物医药领域，如先进诊断试剂盒平台、细胞筛选平台和精准手术器械等等。本报告主要以神经微电极阵列和集成微流体疾病检测试剂盒平台为示例，简述和探讨应用于早期诊断与精准治疗的集成微系统技术。

特邀报告 3: Piezoelectret for Wearable Active Sensor



周军，华中科技大学武汉光电国家研究中心，教授，主要从事能量转换材料及器件研究工作。2010 年以来，在 Nature Nanotechnology、Nature Communications、Advanced Materials 等国际重要学术刊物发表（共同）通讯作者论文 80 余篇，多项研究工作被 Nature Nanotechnology、Science Daily、Physics World、Chemistry World 等期刊和学术网站专题报道或评述。担任 Frontiers of Optoelectronics 副主编。作为第二完成人获 2016 年度国家自然科学二等奖、2015 年度高等学校科学研究优秀成果奖—自然科学一等奖。入选科睿唯安全球高被引科学家（2018）、国家“万人计划”青年拔尖人才（2014）和受聘教育部“青年长江学者”（2015），曾获国家优秀青年基金资助（2014-2016）。

报告摘要：

Wearable electronics for detecting physiological and biomechanical signals of human body are key sensors for healthcare. The vision of non-invasive, automated personalized healthcare is a new and fast-growing multidisciplinary research area. To make the sensors work independently and sustainably, self-powered sensors that can extract energy from human body motions is particularly desirable. In this talk, I'll present our research progress on the fabrication of wearable energy harvester, healthcare sensor and human interactive system based on piezoelectret. The study promisingly has great influence for professional motion detecting, touch screens, artificial intelligence, mobile healthcare, and wearable electronics.

特邀报告 4: 形状记忆聚合物复合材料力学设计及其空间展开结构



刘立武，哈尔滨工业大学青年拔尖教授，博导，哈佛大学访问学者、黑龙江省优青。开展了智能软材料及其结构的力学行为研究，在形状记忆聚合物复合材料的力学行为及其空间展开结构、介电弹性体的稳定性及其软体机器人等方面，取得了多项研究成果。在 *Advanced Function Materials*、*Mechanics of Materials*、*Soft Robotics*、*Composites Science and Technology* 等智能材料结构和力学领域的杂志及会议上发表文章 100 余篇，授权国家专利 20 余项、受理 30 余项。撰写中英文著作 10 章

节，入选 ESI 1% 高被引论文和中国百篇最具影响国际学术论文。主持军委科技委国防科技创新特区项目（2 项）、国家自然科学基金（2 项）、国防科工局民用航天项目、国防基础科研项目等 20 余项。入选黑龙江省优青、中国复合材料学会青年人才库、哈工大青年拔尖人才（副教授和教授）、基础研究杰出人才培养计划和优秀博士学位论文。担任国复合材料学会智能复合材料专业委员会（筹）副主任和国际合作工作委员会委员、中国力学学会第一届软物质力学工作组组长。获国家自然科学基金二等奖 1 项（第 5）、2018 年国家技术发明二等奖（第 3）和国防技术发明一等奖 1 项（第 4）。

报告摘要：

形状记忆聚合物材料是指在一定条件下变形固定后，通过热、光、电、磁等外部条件刺激后，能够恢复初始形状的智能聚合物材料。形状记忆聚合物材料被广泛用于开发主动可变形结构，在航空航天、柔性电子、生物医药等领域存在巨大应用前景。本文主要介绍形状聚合物复合材料的材料、力学、结构设计及其在 4D 打印、航天等领域的应用实例及前景，包括，形状记忆聚合物复合材料铰链、桁架、天线、柔性太阳能电池和锁紧释放机构等空间展开结构、空间 4D 打印、柔性抓取机构、电动软体机器人、以及在 biomedical 领域的应用等。

特邀报告 5: 用于体表生理信号监测的微纳传感技术



董瑛，清华大学深圳国际研究生院，副研究员。主要研究方向为基于 MEMS 技术的微传感器和微执行器，以及 MEMS 传感器在医疗仪器、物联网、可穿戴设备中的应用，研制成功了基于 MEMS 技术的气体传感器、SPR 生化传感器、脉搏波传感器、数字微喷阵列、集成光波导器件等，并基于 MEMS 传感器开发了用于呼出气检测的电子鼻和用于人体生理参数监测的可穿戴系统。作为项目负责人已完成国家自然科学基金项目 1 项，863 青年基金项目 1 项，中国博士后基金项目 1 项，973 项目专题 1 项，国防重点实验室基金项目 1 项，深圳市基础研究项目 2 项。以第一作者或通信作者发表 SCI 论文 20 余篇，授权发明专利 10 余项。

报告摘要:

用于人体健康状态实时动态收集的可穿戴技术是实现人类健康管理模式由被动的疾病治疗向主动健康监控转变的关键。可穿戴设备在健康监控方面具有得天独厚的优势：可进行长期动态监测，可提供全面的生理指标信息，可形成个人健康数据库以及可实现健康大数据应用等。近年来，可穿戴设备由消费电子产品向医疗器械转变的趋势已非常明显，而对体表微弱生理信号的有效采集和处理也一直是医疗器械领域的研究热点。可穿戴设备的基础是探测体表生理信号的各种微纳传感器和柔性传感器。借助纳米材料和微纳传感技术，可实现对体表微弱生理信号的高灵敏度、高精度检测以及敏感材料与皮肤的长时接触。

体表生理信号可分为电信号、力学信号和生化信号三类。本报告将介绍我们在用于体表生理电信号采集的柔性干电极，以及用于体表动态压力信号监测的柔性传感器等方面的研究成果。本报告的主要内容包括：1，三种体表生理电信号（心电、脑电、肌电）的特点；2，三种柔性干电极的研究：柔性基底、纸基/电子皮肤、纤维基底；3，三种电极的体表生理电信号采集实验结果；4，三种体表动态压力信号（脉搏、心音、呼吸）的特点；5，基于压电驻极体的柔性传感器研究；6，压电驻极体柔性传感器体表动态压力信号测试实验结果。

特邀报告 6: 面向智能服装的功能仿生纤维状传感器件



侯成义，东华大学，副研究员。一直从事环境响应型纳米复合材料的研究，并利用其构筑了纤维、薄膜、凝胶状的三维宏观材料，提升了这些材料在光学传感、人造肌肉、电子皮肤、柔性驱动等领域的应用价值。在 Science 子刊 Science Advances、Nature 子刊 Nature Communications、Advanced Materials、Advanced Functional Materials 等国际重要学术期刊发表 60 余篇 SCI 论文，获得了 10 余项中国发明专利授权，研究成果被 Nature、Science、Nano Today 等专题报道。入选欧盟“玛丽居里学者”、中国科协青年人才托举工程、上海市青年拔尖人才计划、上海市“扬帆”计划、上海市“晨光”计划等人才计划项目。

报告摘要:

以智能服装为代表的可穿戴装备能够对环境刺激与人体信号产生感知与反馈，因此也被誉为“第二皮肤”。通过功能仿生，智能服装可以对身体起到保护与辅助作用，如应力传感、储热调温、驱动以及生理信号检测等。面向本领域，本报告将介绍一系列通过对环境响应型有机/无机杂化材料进行宏观构筑，从而制备功能仿生的纤维器件的工作。它们分别具有电学传导、传感、反馈等功能，作为柔性可穿戴器件，有可能在智能服装领域实现应用价值。

特邀报告 7: 微纳协同特殊浸润表面制备及应用研究



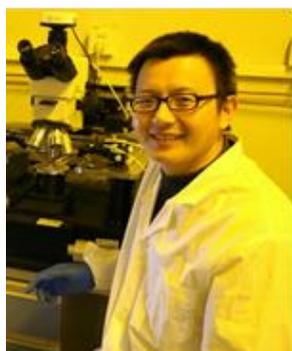
张海峰, 哈尔滨工业大学, 副教授, 博士生导师, 哈工大微电子技术系副主任、哈尔滨市杰出青年, 中国微米纳米学会微纳传感分会理事, IEEE 高级会员, 中国电子学会会员, 长期从事集成传感器、MEMS 技术、纳米技术研究和无线传感网络技术研究, 作为主要技术负责人完成和承担国家自然科学基金、国家 973 计划项目、国家 863 项目、总装预研和国家水体污染治理与控制科技重大专项等项目 10 余项, 发表学术论文 50 余篇, 40 余篇被 SCI/EI 检索, 其中 SCI 论文 35 篇, 获得国家发明专利

13 项, 正在受理 5 项。获得省部级发明奖二等奖 1 项, 黑龙江省环境保护科技进步一等奖 1 项, 国防科学技术技术进步二等奖 1 项。

报告摘要:

表面浸润性是固体表面的重要性质之一, 近年来, 包括超疏水表面、超亲水表面在内的特殊浸润性表面在日常生活和工业生产中具有的广阔的应用前景, 引起了研究者的广泛关注。我们采用多种方法, 在不同基底材料上制备出了具有微纳协同的二元结构, 通过对表面浸润性的智能化调控, 实现了固体表面浸润性的可控调节, 制备的表面在固-液界面减阻、超浮力、防结霜和液滴定向输运等领域展现出了优异的性能。

特邀报告 8: The Construction of nanomaterial and nanostructure and its applications in flexible intelligent sensors



杨维清，西南交通大学材料科学与工程学院教授/博导，四川省千人计划，第十二届四川省政协委员，担任科技部重大研发计划会评专家，国家科技奖函评专家和教育部长江学者函评专家。2007 和 2011 年分别获得四川大学硕士和博士学位，2011-2014 年先后在电子科技大学和美国佐治亚理工学院从事博士后，2014 年 4 月引进到西南交通大学材料学院教授博导，主要从事纳米材料与集成器件的应用基础研究。近年来，候选人在 *Adv. Mater.*, *ACS Nano*, *Nano Lett.* 等国际著名刊物上发表 SCI 收录论文共计 140 篇，其中影响因子 $IF > 10$ 论文 25 篇，ESI 高被引论文 10 篇，热点论文 1 篇。所做的工作被美国知名网站美国国家自然科学基金委 (NSF)、Newscientist, CCTV 等近 20 家媒体专题报道，受到法国路透社，中国科学网、中国储能网、中国网、新华网、人民网、凤凰网等多家国内外媒体关注。

报告摘要:

Due to its unique structure and effects, nanomaterials show some excellent properties that conventional materials do not have, making them have potential applications in various field such as flexible sensors. Nowadays, one of the remarkable technologies trend is the rapid development of flexible electronics for applications in communication, personal health monitoring. Thus, the construction of nanomaterial and nanostructure is significant for the development of practical application.

One-dimensional ZnO nanorods is a key technological material. Its lack of central symmetry structure results in strong piezoelectric properties. Based on this, we have made some relevant structural design to extend its application scene in tactile sensor array and low frequency energy harvest. In addition, the wide band-gap and high exciton binding energy is suitable for optoelectronic applications. We designed a high-performance optical microweighing sensor based on the synergistic effects of ZnO nanorod array sensor and a new optical projection mode. To make full use of the photoelectric properties of ZnO nanorods, a serrate-structured ZnO/Cu₂O photodetector was constructed, whose performance was improved by the enhanced optical absorption and piezo-phototronic effect. However, the intrinsic brittleness of inorganic materials limits its practical application, one method to solve this problem is construction active material onto plastic substrate. Combined with the all-spraying, laser marking and micro-processing technology, the high performance flexible perovskite/MXene-based photodetector

arrays were constructed onto the paper to realize the photocommunication function. The radical solution to overcome the problem is building flexible active materials. Hence, we take some measures to resolve the contradiction between mechanical and electrical properties. By means of the nanomaterial structure and interface design, inspired by the epidermis, 3D cellular PP electret with embedded PZT nanoparticle was fabricated to monitor physiological signal. Furthermore, the cowpea-structured ZnO/PVDF nanofibers and the unique interface PZT/PVDF piezocomposite sensors was prepared, which aim to monitoring the interaction between machines. Thus, the construction of nanomaterials and nanostructure plays an important role in the field of high performance intelligent self-powered sensors.