

分会场五：微纳机电系统

主 席：韦学勇（西安交通大学）、王曾晖（电子科技大学）

特邀报告 1: Development of Wireless Sensor Nodes for Animals Husbandry and Medical Applications



Maeda Ryutaro, Professor, Xi'an Jiaotong University, has joined to AIST in Tsukuba in 1980, after finishing Master course at Faculty of Engineering of University of Tokyo. He has been Director of UMEMSME (Research Centre of Ubiquitous MEMS and Micro Engineering) in AIST from 2010 to 2014 and served as Leader of several National Projects, such as “Green Sensor Network”, JST CREST program, FIRST program, JSPS etc. His current research interest includes application of wireless networked sensing for energy and safety management.

报告摘要:

In this paper, we report the development of ultra-small and low power wireless sensor nodes and the implantation in animals for food safety as well as for medical innovation. A passive RFID with hybrid interface and neglectable power consumption was introduced for the first time to enable switch ON/OFF and change of measurement modes after implantation. Besides low power consumption, a wireless power transmission module with high efficiency and maximum distance of 5 cm was developed to survive the sensor node for the duration of weeks by a few minutes remote charging. Field test results by using white mouse and cow indicated high accuracy of the collected biological information and bio-compatibility of the package. Moreover, a surgical navigation system using wireless sensor nodes is proposed and discussed as a potential future application, and the preliminary results is presented herein.

特邀报告 2：基于硅芯片上光学微腔的光机械非线性及其在微纳传感的应用



张靖，清华大学自动化系副教授，博导，2001 年本科毕业于清华大学数学科学系，2006 年在清华大学自动化系获得博士学位。2006 年至 2008 年在清华大学计算机系做博士后，博士后出站后，在清华大学自动化系工作至今。张靖长期从事量子与微纳系统控制理论研究，2013 年后研究兴趣转向微纳光子学实验研究，在清华大学自动化系主导搭建基于回音壁模式微型环芯腔系统的量子控制实验平台。以第一作者在控制领域顶级期刊 *IEEE Transactions on Automatic Control* 发表长文 2 篇，以共同第一作者与通信作者在物理领域顶级期刊 *Nature Photonics* 发表长文一篇（论文被 *Nature Photonics* 选为 2016 年 6 月刊的封面热点论文，并被中国激光杂志社和中国光学期刊网选为“2016 中国光学重要成果”），以第一作者在 *Nature Photonics* 发表短文一篇，在物理领域的权威期刊 *Physical Review* 系列期刊发表论文 23 篇（包括物理顶级期刊 *Physical Review Letters* 论文 3 篇）。应邀作为第一作者为物理领域顶级综述期刊 *Physics Reports* 撰写关于量子反馈的综述文章。作为第一作者于 2011 年获国际自动控制联合会（IFAC）世界大会青年作者奖，是我国高校系统学者第一次获此奖项，该会议是国际自动控制领域规模和影响最大的会议，该奖项每三年评给一篇论文。2012 年，入选清华大学基础学科青年人才支持计划（221 计划）。2016 年得到国家自然科学基金优秀青年基金支持。2017 年入选教育部青年长江学者。

报告摘要：

报告内容分成三个部分：（1）简单介绍我们所提出的量子反馈非线性化的概念，及其在基于光学微腔的可调声子激光，微位移探测等方面的应用与实验进展；（2）简单介绍我们在硅芯片上微型环芯腔系统中所理论分析以及实验观测到的分岔、混沌以及随机共振等非线性现象，并进一步介绍其在微纳传感的应用；（3）简单介绍微型环芯腔在微纳传感方面的其他应用。

特邀报告 3: 别有“动”天--探索纳米世界的机械运动 (Detecting Ultrafine Mechanical Motion at the Nanoscale)



王曾晖, 教授, 第十二批青年千人计划入选者, 美国华盛顿大学(西雅图)物理学博士(2010)、美国康奈尔大学博士后(2010-2012)、美国凯斯西储大学研究员(2012-2014)、美国凯斯西储大学高级研究员(2014-2016), 现为电子科技大学基础与前沿研究院教授、博士生导师。主要研究方向为纳米器件、纳米材料、微纳米传感器、纳米机电系统、凝聚态物理等, 取得了一些列创新性研究成果。在国际一流期刊上发表高质量 SCI 论文 20 余篇, 包括 Science 第一作者论文, Nature Communications 共同第一作者论文, Nature Nanotechnology 第二作者论文 1 篇(被选作封面), Science Advances 共同一作, Nano Letters 共同一作, ACS Nano 共同一作.....论文被引 1000 余次。 国家自费留学生奖学金旧金山领区第一名; 入选首届“走进中科院”考察活动(全球共 32 名青年学者入选); 入选第十二批千人计划青年项目。

报告摘要:

纳米机电器件是具有机械运动自由度的纳米电子器件。这类器件在微纳尺度的能量转化, 信号传感和信息处理方面具有独到的潜力和优势。然而, 如何观察到乃至精密地测定纳米器件的机械运动, 则是利用其机械运动来进行各种器件应用的基础, 也面临着各种技术上的挑战。在这个报告中, 我将介绍我们靠微定点频谱技术(microspectroscopy)和频谱显微成像技术(spectromicroscopy), 成功地观测到了微纳米谐振器中高达九个模式的布朗谐振运动模式, 并且对每个模式直接成像, 使人们第一次可以直观地“看见”人造机械器件中高谐振模式的布朗运动; 并且通过这些直观的检测, 第一次使人们可以直观地观测到微纳米加工过程中不受人们控制的各类误差因素带给各个谐振模式的直接影响。这些新的技术手段使得研究者能“动”若观火地清晰检测到微纳器件中微小的机械运动, 从而利用这个新的自由度来开发全新的器件应用, 为迎接“后摩尔时代”做好准备。

特邀报告 4: 高灵敏度原子磁强计技术

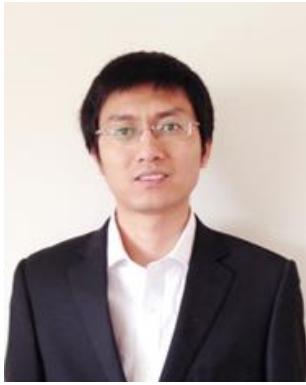


丁铭，北京航空航天大学教授，入选第十一批青年千人计划。2013年在英国南安普敦大学光电子研究中心获博士学位。主要研究方向为量子精密磁场测量、光纤传感等。近年来共发表SCI论文65篇，以第一或通信作者发表SCI论文33篇，他引1300余次。20余次被邀请做国际会议大会报告或特邀报告。先后共主持国家重点研发计划、国家自然科学基金委面上项目、装备发展部预研领域重点基金、北京市自然科学基金面上项目等科研项目。2016年获“金国藩青年学子奖学金”，2016 IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology 杰出审稿人，2011年获国家优秀自费留学生奖学金。APOS 2016、APOS2018、EMN Meeting 和 ONNA2016 等国际会议组委会成员，中国科协第330次青年科学家论坛执行主席。

报告摘要:

超高灵敏极弱磁测量在脑科学及医学、基础科学研究、磁异常探潜、古地磁学分析等领域具有重要意义。本报告将介绍高灵敏度原子磁强计技术研究进展。通过对抗弛豫碱金属气室技术、低噪声磁屏蔽技术、原子高效极化技术、自旋进动高精度检测技术等突破，目前磁场测量已实现优于 $0.088\text{fT}/\text{Hz}^{1/2}$ 的灵敏度。基于超高灵敏极弱磁测量装置的研究，研制出高灵敏度小型化 SERF 原子自旋磁强计，并应用于人体心磁和脑磁测量，以及细胞的极弱磁性分析。高灵敏度原子磁强计技术取得的理论与方法成果将对电偶极矩测量等物理学研究提供有力支撑。

特邀报告 5: Wearable Nanodevices for Single-cell Sensing and Transfection



常凌乾，北京航空航天大学，教授，博士生导师，2016 年博士毕业于美国俄亥俄州立大学生物医学工程系，现为北京航空航天大学生物与医学工程学院教授，单细胞分析纳米技术研究所执行副所长。曾担任美国北德克萨斯大学（University of North Texas）生物医学工程系助理教授（Tenure Track），入选 2017 年中组部“青年千人计划”。

从事生物微机电系统、生物芯片和生物传感器领域研究。近五年在国际期刊发表 SCI 论文 50 篇，如 *Nature Nanotechnology*, *Nano Letters*, *Small* 等。获得了诸多科研奖励和荣誉，如俄亥俄州立大学 2015 年博士最高奖 Presidential Fellowship，北德克萨斯大学 RSG Awards, MINE 2018 “杰出青年科学家”提名奖等。兼任 SCI 期刊 *Biomedical Engineering Online* 副主编（Associate Editor）和 *Computers in Biology and Medicine* 编委（Editorial Board），SpringerNature 《*Electroporation Protocol*》第三版主编，中国生物医学工程学会纳米医药分会青年委员。

报告摘要：

Wearable healthcare devices are mainly used for biosensing and transdermal delivery. Recent advances in wearable biosensors allow for long-term and real-time monitoring of physiological conditions at a cellular resolution. Transdermal drug delivery systems have been further scaled down, enabling wide selections of cargo, from natural molecules (e.g., insulin and glucose) to bioengineered molecules (e.g., nanoparticles) to be delivered into local tissues or cells on-skin. Research in our lab and new-founded Institute of Nanotechnology for Single Cell Analysis (INSCA) are focused on emerging nanodevices for single cell analysis and transfection. In the scenario of in vivo application, a novel device implemented on a nano-channel array chip, named Nano-electroporation, has provided high precision for delivery of molecules into single cell on-skin or on-organ, showing high delivery efficiency, safety, and controllability of delivered dose. In another scenario, we designed wearable electrochemical microsensors for non-invasive detection of glucose and lactic acid from interstitial fluids, with ultimate aims for daily monitoring.

特邀报告 6: 非线性 MEMS 振荡器的随机动力学



宦荣华，浙江大学，教授，博士生导师。2007 年研究生毕业于浙江大学航空航天学院力学系，获工学博士学位。2008 年至今在浙江大学航空航天学院工作。2012 年至 2014 年入选浙江大学“新星计划”项目分别在美国加州大学伯克利分校和梅溪德分校学术访问。2013 年入选浙江大学“求是青年”学者。主要研究方向包括：随机振动、振动控制、MEMS 动力学等。在国内外重要学术期刊和会议上发表 SCI 收录论文 30 余篇；承担国家自然科学基金青年基金、国家自然科学基金面上项目、国家科技支撑计划子项目、“973”子项目等。

报告摘要:

MEMS 谐振子在振动过程中不可避免的受到温度波动、驱动电压波动、热噪声、外部环境噪声等随机扰动的影响，随着谐振子尺寸的缩小和实际应用环境的复杂化，随机扰动的影响愈加显著。随机扰动引起谐振子振动频率和幅值的随机波动，甚至会导致系统失稳或破坏，严重限制了 MEMS 谐振子的实际应用。目前，随机因素的影响研究主要集中在随机因素对 MEMS 谐振子振动“量”的改变，例如，谐振子在随机扰动下的频率或幅值随机波动等。然而，MEMS 谐振子是强非线性系统，在随机扰动下会产生复杂的非线性随机动力学行为，从而使得振动发生“质”的改变，如随机跳跃、幅值不稳定、随机分岔和首次穿越失效等。因此，研究 MEMS 谐振子的非线性随机动力学特性具有重要意义。此外，利用随机噪声改善 MEMS 谐振子的动力学性能也是一个重要发展方向。

特邀报告 7: 嵌套环微机电陀螺研究



肖定邦，博士，教授，国防科技大学智能科学学院智能机械与仪器系副主任，湖南“湖湘青年英才”培养对象，国防科技大学青年拔尖人才培养对象。主要从事微惯性器件研究，主持国家自然科学基金项目、装备预研项目、装备预研基金、航天创新基金等项目 10 余。在 *Microsystem&Nanoengineering*、*PRA*、*APL*、*JMEMS*、*IEEE TMECH*、*JMM*、*Sensors and Actuators*、*MEMS* 会议、*Transducers* 会议等权威期刊和国际会议上发表论文 70 余篇，其中以第一作者或者通讯作者发表 *SCI* 论文 26 篇。授权专利 30 余项。获湖南省技术发明一等奖 1 项（3），获国防科技大学青年创新奖一等奖。

报告摘要:

嵌套环微机电陀螺是近年来高性能微陀螺的研究热点之一。报告将围绕嵌套环微机电陀螺的国内外现状、结构与优化、误差修调与补偿等方面展开，主要包括：

- （1）嵌套环微机电陀螺研究现状与发展趋势；
- （2）嵌套环微机电陀螺的结构参数优化；
- （3）嵌套环微机电陀螺的热弹性阻尼调控；
- （4）嵌套环微机电陀螺的模态耦合；
- （5）嵌套环微机电陀螺的误差修调与补偿；

特邀报告 8: 固态量子系综磁成像机理及应用研究



唐军，教授、博导。现任中北大学仪器与电子学院副院长，“微惯性传感与集成测量系统”教育部工程中心副主任。主要面向航空、航天和武器装备等对于新型特种传感器件的应用需求，开展基于力、磁等物理参量与光子、电子、自旋耦合作用新机理及传感检测新方法的研究。先后主持国家自然科学基金三项、科技部重点研发计划子课题一项、装备发展部预研基金重点项目和共用技术项目一项，发表 SCI 论文 60 余篇，SCI 他引 350 多次。研究成果获山西省技术发明一等奖 1 项，制定国家标准 2 项。先后入选“山西省青年三晋学者”特聘教授、“山西省人社厅学术技术带头人”、“山西省委组织部青年拔尖人才支持计划”等人才计划。

报告摘要:

量子传感与精密测量作为新一代传感器件与测试方法的重要发展方向，通过量子态操控实现对磁场、重力、时间等物理量的高精度测量，突破传统测量方案的理论极限，目前已经成为世界各国的研究的高技术领域的重点。金刚石 NV 色心是一种优异的室温固态量子自旋体系，对磁场、温度、角速度、应力等参数传感检测均具有极高的灵敏度及分辨率，同时，由于其在微纳制造及集成方面的优势，是近年来量子传感与精密测量技术领域研究的重点。针对这一研究现状，我们将重点讨论金刚石 NV 色心量子系综在磁成像技术及应用方面的研究工作，探索 NV 色心有序阵列成像技术在生物医疗、电子元件芯片测试及磁目标检测等领域的应用关键技术和发展前景。

特邀报告 9: 基于硅微谐振器的高分辨率和高稳定性加速度传感器研究进展



赵纯, 博士, 华中科技大学物理学院引力中心, 副研究员, 博导。2009 年于华中科技大学获得工学学士学位, 随后分别于英国伦敦帝国理工学院和英国南安普顿大学获硕士学位和博士学位。完成博士论文后, 于 2015 年 4 月加入夏普欧洲实验室, 任研究科学家。2016 年 4 月至 2018 年 8 月间, 以 Research Associate in MEMS 身份就职于剑桥大学“纳米科学中心”。2018 年 9 月入职华中科技大学引力中心。主要从事硅微 MEMS 传感器件、振动式微能量收集器件、微弱信号高分辨率检测和精密控制系统的研究; 近年来的研究重点主要为高分辨率和高稳定性的 MEMS 加速度传感器。作为科研骨干参与了由 Innovate UK, UK NERC, Silicon Microgravity 资助的科研项目及科技部重点专项课题等。迄今在 JMEMS、TIE、JSSC、TUFFC、APL 等期刊, 以及 MEMS 会议, Transducers 会议等领域内权威期刊及国际会议上发表学术论文 40 余篇。申请专利 3 项。多次担任 JMEMS、TUFFC、Microsystems and Nanoengineering、APL 等领域权威期刊的审稿人。

报告摘要:

加速度传感器在资源勘探、重力导航等关键领域有着潜在应用。基于硅微谐振器的加速度传感器具有实现极高检测分辨率和长期稳定性的潜力, 可以满足前述领域应用中的需求。本报告主要以系统噪声优化和环境干扰抑制两个方面作为切入点, 从器件优化设计、电路系统优化设计、新型传感方式等方面对基于硅微谐振器的高分辨率及高稳定性加速度传感器国内外的研究现状及进展进行介绍, 并对未来发展趋势进行探讨。