

论坛五十八：生物传感器论坛

分论坛主席：李景虹 尹澜 李嵘峰

58-01

基于三维类组织电子的类器官交互技术

南科望

浙江大学药学院

近年来，人们对类组织的三维电子器件（three-dimensional tissue-like electronics）产生了重大的科学和商业兴趣，这类器件指的是力学性质特殊的微纳传感器、刺激器和集成电路，它们提供与传统刚性芯片相似的电子性能，但具有微/纳米级特征尺寸、可忽略不计的质量、模拟组织的刚度、高孔隙率和长期生物稳定性。这些类似组织的物理特性使其可以在很长一段时间内实现与人体器官（如心脏、大脑和胃肠道）的稳定界面。在本次报告中，我将汇报一系列基于传统的无机电学材料（如硅、金属、光刻胶）和传统半导体加工技术（如光刻、沉积、蚀刻），同时依靠新颖的机械原理与异构器件架构相结合实现的类组织电子器件。本次报告将主要围绕基于此类三维类组织电子的类器官交互技术，介绍近年来我在运用此类电子器件对脆弱的三维细胞组织实现高时空分辨率、实时、无侵入的电生理信号测绘。

58-02

基于高分子复合材料的柔性可穿戴传感器

李卓

复旦大学

柔性传感器可以与人体无缝融合，在医疗保健、疾病诊断和人机界面领域具有巨大潜力。然而，柔性传感器的实际应用需要在传感材料和集成技术的创新，以确保在制备成柔性的同时，性能和可靠性与传统的刚性传感器一样出色。聚合物复合材料因其具有本征的机械柔顺性和电性能的可设计性和多功能性，成为推动柔性传感器发展的重要材料。本报告将探讨我们课题组在柔性传感技术方面的最新进展，包括基于电子隧道机制的高灵敏度力学传感器；保障生理信号的可持续采集的器件-皮肤界面材料；以及基于可拉伸、以及导电聚合物复合材料的柔性混合集成工艺。

58-03

面向现场快速检测的医工交叉研究

刘宏*

东南大学生物科学与医学工程学院

上世纪 80 年代以来，各种现场快速检测（point-of-care testing, POCT）方法层出不穷，大致可分为两类：生物传感器（如血糖仪）和试纸（如早孕试纸）。但是，随着信息科学和生物医学的融合，特别是移动医疗和智慧医疗等技术革命的推动，分析化学面临新的机遇和挑战。传统的 POCT 检测方法功能单一，检测采血量，检测结果可靠性不高，越来越无法满足需求。因此，发展面向现场快速检测的新分析化学方法及器件等已成为国内外的研究热点。

本团队长期从事面向POCT的医工交叉研究，涉及检测材料、器件和方法等方面的原始创新和实际应用。在国际上首次提出了可用于POCT的折纸微流控芯片，被美国NIH的历史博物馆收藏。以第一/通讯作者在Nat. Rev. Bioeng., Nat. Commun., Sci. Adv., J. Am. Chem. Soc., Angew. Chem. Int. Ed.,等刊物发表论文58篇。获得树兰医学青年奖，中国电子学会优秀科技

工作者等荣誉。

在POCT试纸材料方面，我们在国际上首次提出变革性的光子晶体“类纸”材料，利用材料可控有序结构带来的荧光增强、光子禁带等性质，发展了对多种生物标志物的体内外检测新方法。

在用于POCT的生物传感器方面，我们发展了创新性的无酶金属传感器，并在国际上首次提出电解水辅助等传感新原理，发展了无创连续监测方法，并应用于疾病筛查和健康监测等领域。

针对新兴的穿戴式柔性电子，我们提出了基于镓基室温液态金属和磁场图案化的柔性器件构建方法，研发了微弱生理信号的连续监测设备和配套算法，实现了复杂环境下多种生理信号的长程连续监测。

关键词：现场快速检测；POCT；医工交叉

参考文献：

- [1] Wu, J.;# Liu, H.;# Chen, W.; Ma, B.; Ju, H. *Nat. Rev. Bioeng.* 2023.
- [2] Hao, Q.; Ren, X.; Chen, Y.; Zhao, C.; Xu, J.; Wang, D.; Liu, H. *Nat. Commun.* 2023, 14: 578.
- [3] Xu, C. T.; Ma, B.; Gao, Z. L.; Dong, X.; Zhao, C.; Liu, H. *Sci. Adv.* 2021, 7: eabk0100.
- [4] Liu, H.; Crooks, R. M. *J. Am. Chem. Soc.* 2011, 133: 17564.
- [5] Liu, H.; Xiang, Y.; Lu, Y.; Crooks, R. M. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2012, 51: 6925.

58-04

Flexible Sensing Materials and Devices

Qiang Zhao

State Key Laboratory of Organic Electronics and Information Displays & Jiangsu Key Laboratory for Biosensors, College of Electronic and Optical Engineering & College of Flexible Electronics (Future Technology), Nanjing University of Posts and Telecommunications (NUPT), Nanjing 210023, Jiangsu, P. R. China
iamqzhao@njupt.edu.cn

The rapid advancement of artificial intelligence, big data, the Internet of Things, and 5G/6G telecommunications necessitates the development of flexible sensing technologies to construct a hyperconnected smart society that can efficiently perceive reality. To satisfy the requirements of diverse applications, flexible material design and device fabrication have been developed to customize the mechanical and electrical properties and enhance device performance. In recent years, our team has focused on flexible sensing materials and devices that enable traditionally rigid electronics to change physical form. This presentation will first introduce the progress from inorganic MXene materials to MXene-based hydrogel composites and material-to-device processing. The operating principles and applications of the flexible strain sensors in wearable and implantable devices are then discussed. Various sensing systems, including signal communication, health monitoring, and human-machine interaction, are also illustrated. Finally, the outlook for advanced, highly integrated sensing microsystems with multifunctional, multimodal, and flexible capabilities is forecasted. With persistent progress in microfabrication, nanomaterials, and electronic miniaturization, we foresee the realization of compact, adaptable platforms that consolidate diverse sensing modalities, on-board computation, communication, and power delivery.

References

- [1] X. Liu, *Science*, 2020, 370, 910.
- [2] W. Zhao, Q. Zhao,* et al. *Nature Commun.*, 2023, 14, 278.
- [3] Z. Luo, Q. Zhao,* et al. *Sci. Adv.* 2023, 9, eade9126.
- [4] Y. Bai, Q. Zhao,* et al. *Adv. Mater. Technol.*, 2023, 220176.
- [5] Y. Bai, Q. Zhao,* et al. *Soft Mater.*, 2022, 20, 444.

58-05

人造感觉-运动神经

徐文涛*

南开大学，天津市津南区同砚路 38 号，300350

*wentao@nankai.edu.cn

人体神经系统是一个由约 2000 亿个神经元组成的复杂体系，这些神经元通过突触交联形成神经网络，使我们能够感知外部环境、思考和做出决策。然而，由于神经细胞的修复和再生能力有限，由神经损伤引起的永久性肢体残缺、阿尔茨海默病、帕金森症等疾病难以治愈。近年来，神经形态电子学的快速发展让我们模仿生物神经信息处理原理，逐渐实现多模态感觉信息传递与运动指令输出的人造外周神经（即感觉-运动神经）成为可能，为未来的神经修复、智能假体与人机交互的建立提供了新的解决方案。报告人将介绍其研究团队在生物兼容性材料制备、神经器件设计与关键性能提升以及完整系统构建等方面的最新研究进展。[1-5]。

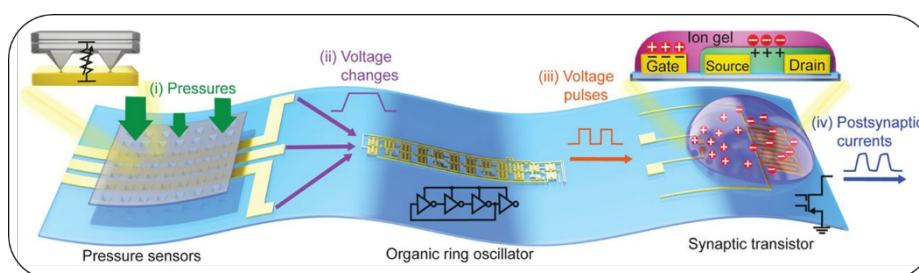


Fig.1. Example of an artificial afferent nerve system.

关键词：人造外周神经；病损神经修复；智能假体构建；人机交互；

参考文献

- [1] Kim, Y., Chortos, A., Xu, W., Liu, Y., Oh, J.Y., Son, D., Kang, J., Foudeh, A.M., Zhu, C., Lee, Y., Niu, S., Liu, J., Pfattner, R., Bao, Z., Lee, T.-W. *Science* 2018, 360: 998.
- [2] Jiang, C., Liu, J., Ni, Y., Qu, S., Liu, L., Li, Y., Yang, L., Xu, W. *Nat. Commun.* 2023, 14: 1344.
- [3] Liu, J., Gong, J., Wei, H., Li, Y., Wu, H., Jiang, C., Li, Y., **Xu, W.** *Nat. Commun.* 2022, 13: 7427.
- [4] Wei, H., Shi, R., Sun, L., Gong, J., Liu, C., Xu, Z., Ni, Y., Xu, J., **Xu, W.** *Nat. Commun.* 2021, 12: 1068.
- [5] **Xu, W.**, Min, S.-Y., Hwang, H., Lee, T.-W. *Sci. Adv.* 2016, 2: e1501326.

58-06

碳纳米材料柔性应变传感器

郑庆彬

香港中文大学（深圳）

柔性应变传感器在人体健康监测、人工皮肤、人机界面等方面具有广阔的应用前景，近年来引起了人们的广泛关注。但是传统的单轴应变传感器缺乏检测多方向应变的能力，限制了其在复杂人机界面、动态人体运动实时监测等非常规传感技术领域的应用。由于碳纳米材料具有优异的电导率、独特的光学特性、优异的机械强度，并且质量轻，价格相对低廉，其在柔性电子领域有着极为广阔的应用前景，尤其各向异性结构碳材料因具有出色的方向性导电特性而备受关注。我们探索了包括碳纳米纤维，碳纳米管和石墨烯在内的各向异性碳纳米结构传感器，实现了能够检测三维力的仿人体皮肤传感，在运动监测、人造皮肤、生物医学器件、柔性机器人等领域有广泛的应用前景，为下一代柔性电子产品的发展带来新的曙光。

关键词：碳纳米复合材料；柔性传感器；各向异性；碳纳米管；碳纳米纤维；石墨烯；

58-07

基于计算成像的多维光学燃烧测试技术

蔡伟伟

上海交通大学

传统燃烧诊断技术基于“所见即所得”的成像模式,无法直接获得火焰更高维度的信息,如三维空间信息、光谱维度信息等。另一方面,为了最大限度保证发动机结构完整性和安全性,其所能提供的光学测试窗口往往十分受限,因此,测量系统的小型化是解决该问题的必由之路。不同于传统成像技术,计算成像采用先硬件编码,后软件解码的成像模式,可以最大限度利用硬件性能并发挥算法作用,可以突破成像系统的物理限制获得更多维度(如光谱维度)的信息,可以大幅缩小成像系统尺寸(如无透镜成像),相比传统成像技术具有革命性优势。计算成像技术的发展为燃烧测试技术的突破带来了全新的机遇。

58-08

面向生物体内光学信号的无线化传递与检测

丁贺^{1,*}, 盛兴²¹北京理工大学光电学院,北京市海淀区中关村南大街5号, 100081²清华大学电子工程系,北京市海淀区清华园1号, 100084

*heding@bit.edu.cn

借助于先进的光电信息技术解决生命科学难题逐渐成为新一代光电半导体器件的应用和发展方向,通过光学手段探索对大脑等生物组织的调控响应吸引了生物、材料和光电领域等众多学科的科研工作者。由于光信号与神经组织相互作用的区域位于体内深处,生物组织对可见光产生了强烈散射和吸收效应,导致体外可见光激发光源无法直接与目标组织发生相互作用。因而,如何提供便捷和精准的光学传递方式是光治疗和光传感等技术发展的难题之一。

基于植入式方案进行光信号激发和反馈光信号采集,有效解决了深层组织中光信号激发和记录的难题。不同于商用元件组装的传感系统存在体积和重量较大的问题,通过制备薄膜厚度和微米尺寸的光电器件(例如, micro-LED光源、探测器、滤光结构等)为生物医疗领域设计出低创伤性的新型植入式系统,从而更高效地实现对生物光学信号的原位激发和记录。(a) 基于可降解药物微针的设计提出了一种便携且无线的多光谱(紫光和红光)光学传递方案,克服了可见光穿透深度浅和光照均匀性差的问题,实现了深层组织的光动力抗菌效果,进而促进了伤口的快速愈合。(b) 基于荧光变化的组织氧传感可以解决传统检测方法中存在的过程自身耗氧、缺乏空间分辨率、便携性差、间接相关计算等诸多挑战,获得实时、灵敏和精准的直接响应过程。基于开发薄膜厚度、微尺寸光电器件的制备、剥离和转移等加工技术,结合小型无线化控制电路,建立“激发-传感-响应-无线传输”一体化传感系统,实现对生物体在不同状态下组织氧含量的高精度、低创伤和无线化的全植入式探测应用。

因此,随着微电子学与光电子学进入“后摩尔时代”,将高性能光电器件和系统与生物系统的融合逐渐成为一个重要的发展方向。通过将具有尺寸微小、功能丰富和性能优异的薄膜光电半导体器件与各种柔性、可延展甚至可降解的衬底进行一体化集成,结合无线化、柔性化控制电路实现“光”和“电”与生物组织之间的信息交互,为生物医疗领域的新型植入式光学传感提供新思路和新技术。

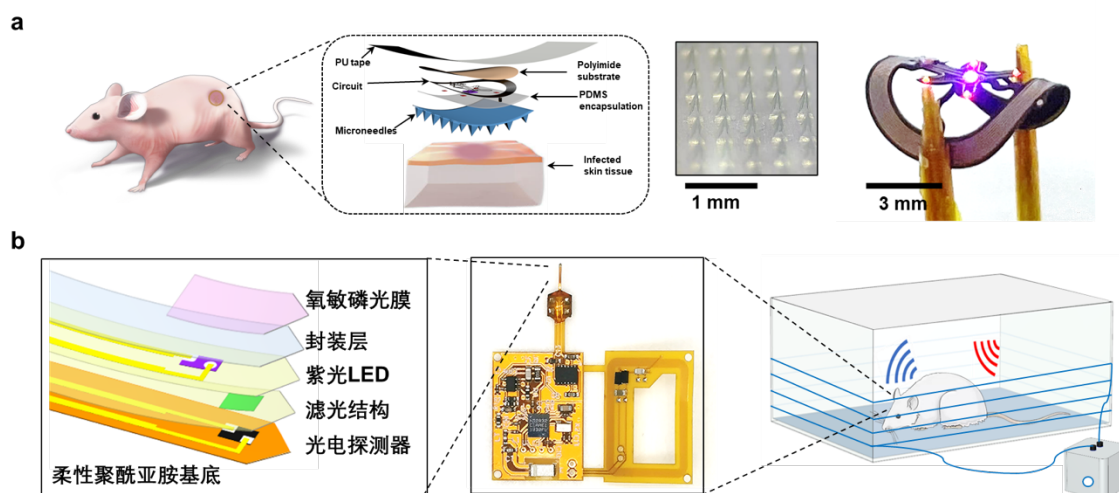


图1. (a) 面向深层皮肤抗菌治疗设计的光动力可降解微针与可穿戴式无线光学系统；
(b) 面向组织氧荧光传感的无线植入式微系统设计。

58-09

调控离子传输的化学测量

于萍*

中国科学院化学研究所 北京 100190

*yuping@iccas.ac.cn

操控微纳米尺度的离子传输不仅对于认识 and 了解生命过程的离子通道具有重要意义,同时也为发展新的电化学分析原理和方法带来了新的机遇。如基于蛋白孔发展起来的单分子测序技术引起了越来越多的关注。报告者长期从事离子传输的基础和应用研究,本报告拟结合多年的研究基础,拟从调控微纳尺度的离子传输和固相离子传输两个方面来阐述调控离子传输发展电化学分析原理和方法。

1) 利用玻璃微纳米管的尖端限域效应,通过合理设计和调控尖端的尺寸和内壁修饰,可以实现非电化学活性物种的活体分析;同时,利用发展的玻璃纳米管的碰撞技术,发展了可用于单颗粒分析的电化学分析新原理和新方法,并研究了其在原位分析胞内囊泡和尺寸中的适用性。同时,发现了微米管的整流,并提出了微米管整流模型,并基于此,建立了活体分析新原理。

2) 基于固相离子传输的限域效应,通过调控固相离子传输的行为,发展了可用于气相传感的新型传感模式。通过设计合成咪唑阳离子和阴离子的新型离子化合物,发现其在不同湿度的气体中,离子传输电阻不同,基于此,发展了调控固相离子传输的湿度传感器。在此基础上,进一步利用氧化石墨炔与质子的结合能力,发展了超快的湿度传感,并可用于大鼠呼吸频率的实时监测。

参考文献

1. T. Xiong, C. Li, X. He, B. Xie, J. Zong, Y. Jiang, W. Ma, F. Wu, J. Fei, Ping Yu*, L. Mao*, Science, 379.156-161(2023).
2. K. Zhang, H. Wei, T. Xiong, Y. Jiang, W. Ma, F. Wu, P. Yu*, L. Mao, Chem. Sci., 12, 7369 (2021).
3. T. Xiong, K. Zhang, Y. Jiang, P. Yu*, L. Mao*, H. Wei, Sci China-Chem., 61, 1346 (2019).
4. X. He, Y. Liu, K. Zhang, F. Wu, P. Yu*, L. Mao, Angew. Chem. Int. Ed., 57, 4590 (2018).
5. He X., Zhang K., Li T., Jiang Y., Yu P.*, Mao L., J. Am. Chem. Soc., 139, 1396-1399(2017).

58-10

Motor functional reconstruction in rat based on flexible regenerative peripheral nerve interface

Huyue¹ Liu Xue Gao¹ LinYan Chen¹ Pengcheng Sun² Hanqing Hou² Lan Yin² Shirong Wang¹

¹北京镁伽机器人科技有限公司 ²清华大学

Peripheral nerve injury is a frequent issue in the field of biomedical rehabilitation. While some progress has been achieved in peripheral nerve regeneration, characterizing this process through electrophysiological signals remains unresolved. To address this, we implanted a biodegradable conductive nerve scaffold at the site of sciatic nerve injury in rats. By incorporating N-type silicon thin films, the scaffold enhances endogenous electric fields and guides axonal growth via directional electrospun films. In the conducted in vitro experiments, N-type silicon membranes not only stimulate the activity of DRG neuronal cells but also aid in axonal growth.

After eight weeks of electrode implantation in rat, the nerve regeneration electrode recorded descending signals from the spinal cord during electrical stimulation. Moreover, this signal exhibits similarities to the waveforms recorded by the classical Cuff electrode. In the process of locomotion, the signals recorded by the nerve regeneration electrode undergo corresponding changes when the rats lift their feet. The accuracy of predicting gait information using signals recorded by the nerve regeneration electrode can surpass 90%. Additionally, the nerve regeneration electrode can function as a stimulation electrode, generating stable movement in the hindlimbs of rats. In conclusion, the nerve regeneration electrode can contribute to monitoring peripheral nerve regeneration and has potential applications in closed-loop brain-computer interface systems utilizing peripheral nerves.

58-11

激光调控自卷曲薄膜在3D电子系统领域应用

刘长波 北京航空航天大学

3D 电子系统代表了新一代微电子系统，它表现出与传统平面微电子器件相似的功能，同时可以受控弯曲，能够实现与复杂曲面实现保形贴附，将开启很多创新应用，例如生物传感。然而，3D 电子系统的制备方法复杂，且与传统的微电子制造技术不兼容。我们开发了一种激光调控自卷曲薄膜，以此为衬底，利用传统的微电子加工技术制备电子系统，通过特定的刺激方式实现电子系统由 2D 到 3D 形状的转变。基于此方案，我们开发了螺旋缠绕电极，对植物的电生理信号进行慢性（长达 3 个月）监测。此外，我们在啮齿类动物模型的外周神经上集成了自卷曲电极，实现了对体内神经活动的刺激和记录。这些材料和设备概念为生命科学研究和医学应用的下一代 3D 生物集成电子系统提供了可行的途径。

58-12

生物可降解电刺激神经修复器件

王柳¹，尹斓^{2*}

¹北京航空航天大学

²清华大学

LiuWang@buaa.edu.cn

周围神经损伤是周围神经干或其分支意外受到外界直接或间接创伤而发生损伤导致躯干和肢体的运动、感觉及自主神经功能障碍的一种临床病症。随着再生医学和组织工程的进步,组织工程化的人工神经导管得到了迅速发展,但自体神经移植仍是外周神经损伤修复的“金标准”,而自体神经移植方法存在供体神经支配区永久性失神经功能丧失、供移植来源有限、供体部位的神经和缺损部位神经不匹配以及需要进行二次手术等问题。研究表明电刺激疗法在体外和体内均具有促进轴突快速定向再生,实现功能恢复的效果,但是目前提出的植入式电刺激器件新方案中还存在体积相对较大、不可降解需二次手术取出或者外部无线供能装置制备流程较复杂等一系列限制其临床转化的潜在问题。本文[1]开发出了一种基于生物可降解电池的具有自发电场的微型可降解器件,如图1所示,其可对 Sprague-Dawley (SD) 大鼠 10 mm 坐骨神经缺损部位进行精准电刺激,并显著促进其修复速率。此外,该器件组成材料全部生物相容并可在特定时间内发生降解且被人体所吸收或代谢,不需要进行二次手术取出。

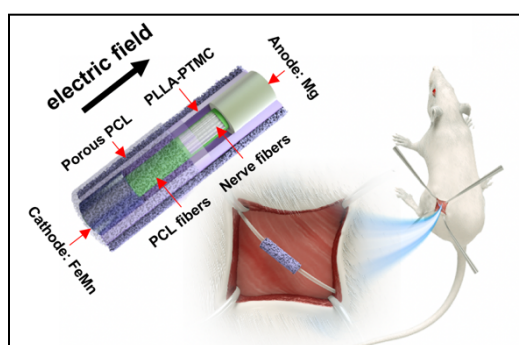


图1 可降解电刺激器件的结构示意图

关键词：生物可降解；电刺激；神经修复

参考文献：

[1] Wang L., Lu C., Yang S., Sun P., Wang Y., Guan Y., Liu S., Cheng D., Meng H., Wang Q., He J., Hou H., Li H., Lu W., Zhao Y., Wang J., Zhu Y., Li Y., Luo D., Li T., Chen H., Wang S., Sheng X., Xiong W., Wang X., Peng J., and Yin L., *A fully biodegradable and self-electrified device for neuroregenerative medicine*. Science Advances, 2020. 6(50): eabc6686.

58-13

场效应生物传感技术发展的现状和未来展望

符汪洋

清华大学材料学院

纳米场效应生物化学传感器能够精准识别并定量检测到生物体内与生理病理息息相关的、但含量浓度极低的生物标志物,为各类疾病的早期诊断、治疗以及康复管理提供临床依据。比如,课题组在新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情爆发初期,将抗体蛋白或血管紧张素转化酶修饰到场效应晶体管传感表面,通过其与新冠刺突蛋白或抗体的特异性识别,实现了 fM 级的高灵敏度检测,较传统免疫学方法的检测极限有量级上的提升。该报告将从新材料、新原理、新器件等角度介绍场效应生物化学传感器研究的新近进展,特别是其在快速医学检测领域中的应用前景。

58-14

Biodegradable and flexible materials for biosensors

尹斓

清华大学材料学院
lanyin@tsinghua.edu.cn

生物可降解电子是一类新型的器件，可在完成诊断、治疗功能后完全消失，安全地被人体吸收，从而避免二次手术减轻病人负担。通过探索生物可降解材料及其制备集成工艺，可实现多样化的功能性器件，包括探测重要体征信息、调控组织和器官行为、治疗神经性疾病等。利用柔性超薄金属及可降解高分子材料，实现了可无线控制和传输的电化学一氧化氮传感器，实现了从细胞、组织到生物活体的实时一氧化氮定量检测。传感器构成材料可在体内降解，被生物体安全代谢，为临床上用于与一氧化氮相关疾病的健康评估、治疗优化和术后监测提供了新思路。在此基础上，基于有机电化学晶体管进一步实现了高灵敏度小型化的柔性一氧化氮传感器，并创新性地提出了神经递质介导的柔性仿生嗅觉突触，实现了低操作电压下对环境二硫化氢气体高灵敏度的感知和记忆双重功能。

58-15

基于二维铁电晶体的 SPR 生物传感器研究

薛天宇¹，王铮¹，柳丽轩²，柳忠元¹

1. 燕山大学 亚稳材料制备技术与科学国家重点实验室，秦皇岛 066000；

2. 天津工业大学 量子材料与器件研究院，天津 300387

tyxue@ysu.edu.cn

表面等离子激元共振（SPR）生物传感器是医疗诊断和环境监测等领域中极具发展潜力的微量检测技术。然而，如何构建识别层材料来提高 SPR 传感器的灵敏度是实现痕量检测的关键。在这项工作中，采用化学气相沉积法（CVD）可控生长二维 $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}$ 晶体，利用外电场作用调控二维铁电晶体的铁电极化，设计以二维 $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}$ 晶体作为 SPR 传感器的识别层材料，研究基于二维铁电晶体的新型 SPR 生物传感器，探究二维 $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}$ 晶体铁电性质对 SPR 信号的影响，结果表明：基于二维 $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}$ 晶体的等离激元共振传感器实现对 BSA 分子的高灵敏度检测，而且检测极限为 1 fM。这项研究有助于我们进一步理解二维晶体铁电性质对提高 SPR 生物传感器高灵敏度的作用。

参考文献：

[1]. Z. Wang, L. X. Liu*, K. Zhai, A. M. Nie, J. Y. Xiang, C. P. Mu, F. S. Wen, B. C. Wang, Y. Shu*, T. Y. Xue*, Z. Y. Liu, An Ultrasensitive Plasmonic Sensor Based on 2D Ferroelectric $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}$, *Small*, doi.org/10.1002/sml.202303026 (2023).

[2]. L. X. Liu, K. Ye, C. Q. Lin, Z. Y. Jia, T. Y. Xue*, A. M. Nie*, Y. C. Cheng, J. Y. Xiang, C. P. Mu, B. C. Wang, F. S. Wen, K. Zhai, Z. S. Zhao, Y. J. Gong*, Z. Y. Liu*, Y. J. Tian, Grain-boundary-rich polycrystalline monolayer WS_2 film for attomolar-level Hg^{2+} sensors, *Nature Communications*, 12, 1-8 (2021).

58-16

基于本征可拉伸导体材料的可穿戴可植入传感器件

孔德圣

南京大学现代工程与应用科学学院

dskong@nju.edu.cn

皮肤启发的可拉伸电子是新兴的器件技术，这类器件能够弯曲、扭转、拉伸和动态变形，其柔软的机械性能能够降低电子器件与生物组织的机械性能失配，从而将传感与刺激与人体高效集成，在生物传感与治疗方面具有广阔的应用前景。针对当前软质电子功能材料在性能方面的局限，本课题组从微观结构设计、界面相互作用等角度入手，发展了一系列本征可拉伸导体材料的可控制备与图案化加工方法，有效的提升了其机械拉伸性和拉伸稳定性，并将其作为传感电极与互联线路，由于构建可穿戴与可植入型器件。根据应用场景的实际需求，进一步针对本征可拉伸电极的透气性、耐水洗性、电化学稳定性等特色功能展开研究，以此为基础构建了多功能传感贴片和生物医疗贴片等原型器件，展示了本征可拉伸导体材料在未来生物器件中的广阔应用潜力。。

58-17

基于本征可拉伸导体材料的可穿戴可植入传感器件

韩梦迪

未来技术学院生物医学工程系

hmd@pku.edu.cn

触觉传感器能够模拟人类皮肤的感知能力，对压力、温度、湿度、纹理等信息进行检测，在人机交互、虚拟/增强现实、智能假肢、机器人、医疗诊断等领域具有广阔的应用前景。然而，触觉传感器的研究和发展还面临着一些挑战，例如，刚性的形态限制了传感器与生物组织的集成，较低的空间分辨率不利于对触觉信息的精准感知，单一的结构难以实现对模量、纹理等复杂触觉信息的解耦。本报告介绍一种基于三维应变片的柔性触觉传感器，可与无线电路模块集成，实现对皮肤界面压力的连续、实时监测，预防压力过高造成的皮肤损伤；或与微创导管集成，检测温度、压力等信息的时空分布情况，服务于心血管微创手术中的诊断与治疗。

58-18

可穿戴微纳生化传感检测技术研究

刘清君

未来技术学院生物医学工程系

gqliu@zju.edu.cn

随着智能手机的日益普及，其高速的分析处理能力、高清的图像采集装置和优秀的人机交互界面，尤其是其所能提供的完善的互联网服务，都已使得智能手机逐步成为了与便携式及穿戴式传感技术相结合的研究热点，成为了一个全新的面向用户个体的移动检测新平台。本报告将总结多年来在生物医学传感与检测领域的系统探索，基于智能手机移动检测，结合柔性贴片式电子电路与器件，以及介入式与植入式器件和方法，对近年来发展迅速的电化学生物传感检测等生物医学传感方法在可穿戴技术等方面上的生物医学应用进行介绍。