I'm not a bot

在过去的几十年中，柔性可拉伸电子的飞速发展推动了可穿戴设备、电子皮肤、软体机器人、人机界面以及植入式器械等领域的快速兴起。这些具有轻量化和优异适应性的电子器件能够与柔软、曲面、动态的生物体系紧密贴合，在人体健康监测和生物医疗领域中发挥越来越重要的作用。其中，柔性可拉伸电化学传感器（FSECSs）具有灵敏度高、响应速度快、特异性强、易于小型化等优势，已成为生物体系生化分子原位定量监测的重要工具，极大地促进了对生命活动的深层次理解。近日，武汉大学化学与分子科学学院黄卫华教授和刘艳玲教授团队在Advanced Materials上发表题为“Flexible and Stretchable Electrochemical Sensors for Biological Monitoring”的长篇综述。作者首先总结了柔性可拉伸电极的制备方法，着重介绍了基于结构设计和新兴材料的可拉伸电极制备策略。随后，详细总结了提高FSECSs性能（包括灵敏度、选择性、稳定性以及生物相容性）的关键策略。此外，系统性地介绍了FSECSs在不同层次生物体系（表皮、体外和体内组织/器官以及活细胞）监测中的代表性应用。最后，作者展望了FSECSs在生物监测中面临的挑战及未来机遇。图1 FSECSs的制备、功能化及其生物监测应用1.柔性可拉伸电极制备到目前为止，已经发展了两种主要策略来制备可拉伸电极：特殊几何结构基底和可拉伸导电材料。 1.1 基于结构的可拉伸电极通过特殊的结构设计，增加刚性材料在形变过程中的自由度从而分散应力。基于结构的可拉伸电极可分为两类:基于平面内和平面外结构的可拉伸电极。 图2 基于平面内结构的可拉伸电极图3 基于平面外结构的可拉伸电极1.2 基于材料的可拉伸电极纳米材料(包括0D、1D和2D)可以通过重排在形变状态下维持其连续的导电路径。导电聚合物PEDOT可通过掺杂增塑剂等方式促进其与PSS的相分离，提高其导电性与拉伸性。作者在文中详细介绍了电化学传感器常用导电材料（包括碳纳米材料，金属纳米材料和导电聚合物）用于构建可拉伸电极的策略。图4 不同维度纳米材料的拉伸示意图2.柔性可拉伸电极功能化考虑到生物体系中生化分子的含量低、环境复杂，以及电极与生物体系的兼容性等因素，柔性可拉伸电极必须具有优异的灵敏度、选择性、稳定性和生物相容性以实现信号的准确获取。目前，已发展出不同的功能化策略用于提高电极性能。 2.1 灵敏度提高电极灵敏度的常用策略包括：增加电极活性面积和引入高性能催化剂。具有高表面积和不饱和位点的纳米材料已被广泛用于提高电极的电子传递动力学和催化性能。图5 高灵敏度FSECSs的构建策略2.2 选择性界面修饰特异性识别元素（例如：酶、生物亲和受体、离子载体、MIP）是提高FSECSs选择性最常用的策略。此外，也可通过修饰抗干扰涂层抵抗干扰物到达电极表面，间接提高FSECSs对目标物的选择性。表1. 高选择性FSECSs的构建策略2.3 稳定性当电极暴露于生物体系中时，环境中的蛋白分子极易通过非特异性相互作用吸附在电极表面，导致电极性能下降。物理尺寸排阻和构建强亲水性界面是目前常用的两种电极抗污策略，其通过形成物理和能量屏障抵抗蛋白质在电极表面的非特异性吸附，赋予电极高稳定性。图6 高稳定性FSECSs的构建策略2.4 生物相容性由于传感界面与生物体系直接接触，FSECSs需具有优异生物相容性以减小对生物实体的外源刺激，维持生物体的正常功能。目前，针对不同的检测对象（表皮、体外和体内组织/器官以及活细胞），已发展出不同的功能化策略用于提高电极的生物相容性。图7 高生物相容性FSECSs的构建策略3. FSECS用于生物监测生物标志物的电化学检测对于基础研究、临床诊断和个性化医疗设备的发展（例如便携式血糖仪）至关重要。FSECSs可以实现传感单元和生物实体的无缝兼容，从而实现高保真生化信号的连续获取。在这部分，作者系统性地介绍了FSECSs在不同生物体系（表皮、组织/器官以及活细胞）生化信息监测中的代表性应用。 3.1表皮监测在自然生理过程中，表皮中会产生丰富的生化信息(如代谢物和电解质)，这些生化信息的获取可以为健康监测及疾病诊断提供重要见解。作者重点介绍了FSECSs在表皮生化信号(包括代谢物、电解质和其他生化物质)分析中的应用，以及集成式智能可穿戴设备的最新进展。图8 集成式FSECS用于表皮监测3.2组织监测生物组织柔软、弯曲且有弹性，而传统的硬质电化学传感器无法顺应组织变形，这种形状和刚度的差异会导致传感界面与组织之间严重的机械不匹配，造成组织损伤以及监测结果不准确。而FSECSs可以很好地顺应柔软组织，从而有助于高保真生化信号的连续获取。本节作者总结了FSECSs用于组织检测的最新进展。图9 FSECSs用于离体组织生化信号监测3.3 活体监测体内组织和器官的弹性模量很低，且体积会发生动态变化。传统的硬质电极不能变形，往往会造成体内组织损伤，甚至影响器官的正常功能。通过构建具有高生物相容性、柔软的FSECSs可有效地避免这些问题。图10 FSECSs用于体内生化信号监测3.4 细胞检测细胞可以灵敏感知微环境中的机械力刺激，并将其转化为细胞内生化信息，最终调控细胞的结构和功能，该过程被称为力学信号转导。FSECSs可以很好的顺应细胞形变，并同时检测信号分子的释放，为细胞力学信号转导生化信息的实时监测提供了强有力工具。图11 FSECSs用于细胞力学信号转导实时监测最后，作者进一步对FSECSs面临的挑战以及未来的发展提出了展望。应对文中提到的挑战，需要化学、材料、微加工、电子技术等多领域、多学科的共同努力，同时这些问题的解决将有助于推动FSECSs在生物医学领域更加广泛及深入的应用。--纤维素推荐--文献链接：Flexible and Stretchable Electrochemical Sensors for Biological Monitoring（Adv. Mater. 2023, DOI: 10.1002/adma.202305917）

源：高分子科学前沿声明：仅代表作者个人观点，作者水平有限，如有不科学之处，请在下方留言指正！

柔性电子研究院（Institute of Flexible Electronics）长安校区：西安市长安区东祥路1号启翔楼　友谊校区：西安市碑林区友谊西路127号 邮箱：ife@nwpu.edu.cn　邮编：710129

柔性电子皮肤的创新：材料、结构和应用

Highlights in Science Engineering and Technology Pub Date : 2023-09-07 , DOI: 10.54097/hset.v63i.10887

Shijiao Chen

柔性电子皮肤（e-skin）已成为一种有前景的技术，可在机器人、假肢和人机界面等应用中提供先进的传感功能。电子皮肤设备的特性取决于适当材料和结构的选择，例如灵敏度、机械灵活性和生物相容性。本文概述了电子皮肤研究的现状，重点关注用于创建电子皮肤设备的材料和结构。本文讨论了各种材料，包括导电聚合物、碳纳米管、石墨烯、细菌纤维素、金属有机框架、离子凝胶和自修复材料，强调了它们的独特性能和在电子皮肤设计中的潜在应用。此外，还检查了电子皮肤设备的结构和架构，涵盖多层设计、混合结构和分层配置等方面。这项全面的综述为电子皮肤材料和结构的开发和优化提供了宝贵的见解，为创建适用于各种应用的创新、高性能电子皮肤设备铺平了道路。

"点击查看英文标题和摘要"

Innovations in Flexible Electronic Skin: Material, Structural and Applications

Flexible electronic skin (e-skin) has emerged as a promising technology for advanced sensing capabilities in applications such as robotics, prosthetics, and human-machine interfaces. The properties of e-skin devices hinge on the selection of appropriate materials and structures, such as sensitivity, mechanical flexibility, and biocompatibility. This article provides an overview of the current state of e-skin research, focusing on the materials and structures used to create e-skin devices. Various materials were discussed in this paper, including conductive polymers, carbon nanotubes, graphene, bacterial cellulose, metal-organic frameworks, ionogels, and self-healing materials, highlighting their unique properties and potential applications in e-skin designs. Additionally, the structures and architectures of e-skin devices were examined, covering aspects such as multilayer designs, hybrid structures, and hierarchical configurations. This comprehensive review offers valuable insights into the development and optimization of e-skin materials and structures, paving the way for the creation of innovative, high-performance e-skin devices for various applications.

更新日期：2023-09-07

公司简介 长鑫存储是一家一体化存储器制造公司，专注于动态随机存取存储芯片(DRAM)的设计、研发、生产和销售。创立于2016年，长鑫存储总部位于安徽合肥，在国内外拥有多个研发中心和分支机构。长鑫存储的技术团队拥有丰富的技术研发经验和创新能力，已推出多款DRAM商用产品，广泛应用于移动终端、电脑、服务器、虚拟现实和物联网等领域。 我们将凭借值得信赖的产品和服务满足不断增长的市场需求，致力于成为技术领先与商业成功的半导体存储公司，以存储科技赋能信息社会，改善人类生活。 设计 研发 生产 销售 发展历程 2016 长鑫存储（合肥）DRAM基地一期项目诞生 2017.03 长鑫存储（合肥）基地一期项目开工建设 2018.01 合肥基地一期厂房建设完成，开始设备搬入 2018.07 验证投片，试产8GbDDR4工程样品 2019.09 8Gb DDR4亮相世界制造业大会 2019.11 获得首笔订单，产品销售由此启动 2020.06 长鑫（北京）DRAM项目一期启动 2021.12 长鑫（北京）DRAM项目二期启动 2022.01 长鑫（北京）DRAM项目一期试产线通线 2022.06 长鑫（合肥）DRAM项目二期主厂房顺利封顶 2016 长鑫存储（合肥）DRAM基地一期项目诞生 2017.03 长鑫存储（合肥）基地一期项目开工建设 2018.01 合肥基地一期厂房建设完成，开始设备搬入 2018.07 验证投片，试产8GbDDR4工程样品 2019.09 8Gb DDR4亮相世界制造业大会 2019.11 获得首笔订单，产品销售由此启动 2020.06 长鑫（北京）DRAM项目一期启动 2021.12 长鑫（北京）DRAM项目二期启动 2022.01 长鑫（北京）DRAM项目一期试产线通线 2022.06 长鑫（合肥）DRAM项目二期主厂房顺利封顶 企业文化 愿景 成为技术领先与商业成功的半导体存储公司 使命 以存储科技赋能信息社会，改善人类生活 价值观 担责 合力 创业 创新 国际一流的核心管理团队 高效进取的经营销售团队 实力强劲的中后台支持团队 公司核心管理层由拥有25年以上经验半导体行业领军人物领衔，共同引领公司成长与践行战略。 公司管理层持续营造创新文化，鼓励技术创新，并吸纳了来自全球知名半导体企业的人才， 致力于为客户、为市场提供高价值的产品与服务，实现商业成功。 曹堪宇 CEO CEO介绍 CEO寄语 曹堪宇博士，长鑫存储首席执行官。 曹堪宇博士于2017年加入长鑫存储，在担任产品研发执行副总裁以及技术研发执行副总裁期间，制定公司研发战略及设计路线，完成了多款产品的开发和量产应用，实现了DRAM从无到有的转变，并兼任过技术研究与开发、 市场及战略等多个领域的管理工作。 2023年4月起，他开始担任长鑫存储首席执行官。 加入长鑫存储前，曹堪宇博士曾担任兆易创新战略市场副总裁。他曾在北京凡达讯科技有限公司任首席执行官，并于2005年联合创立了昆天科微电子技术有限公司，担任中国区总经理。曹博士在半导体行业从业20余年，深度参与和推动了中国DRAM产业发展，拥有29项已授权专利，发表过大量半导体相关学术论文。 曹堪宇博士在加州大学伯克利分校获得博士学位。在此之前，他先后获得清华大学应用物理学学士学位和俄亥俄大学物理学硕士学位。 DRAM芯片是数字时代的存储基石。随着数字化变革不断深化，不同应用场景下的存储需求稳步上升，也让存储芯片的市场份额不断增加。 在过去的几十年，半导体行业经过协同、融合，成为了全球化背景下最复杂的产业链之一。全球合作已被证明是创造经济价值和促进行业增长的最有效和高效的方法。高效协同、充分竞争的半导体行业，支撑着数码消费产品不断迭代升级，让全球各地的普通民众们都可以从中受益。 DRAM作为大宗商品，有明显的价格周期，市场激烈竞争。近些年来，世界范围内的不确定因素不断增加，让原本的供应链体系遭受了巨大挑战。面对快速变动的市场，我们需要不断洞察市场动态，灵活调整战略，提高决策效率，敏捷变革，以应对变化。 长鑫存储，自2016年成立以来，就把“以存储科技赋能信息社会，改善人类生活”作为公司的使命。 在全球变动的大背景下，长鑫将持续集中力量，聚焦在最关键的业务上：研发符合市场需求的优质产品，积极开拓增量市场，提升运营效率，增强产品竞争力。同时，长鑫也将积极推动全球产业链合作，锻造多元化的韧性供应链。 我们会持续坚持为市场提供高质量的产品，为用户创造价值，朝着技术领先与商业成功的目标前进。 释放无限潜能，开启“芯”的未来!诚挚邀请五湖四海致力于中国半导体产业发展的有识之士加入我们，共同创造世界DRAM产业新的历史。 “芯”途璀璨，就等你来！ 校园招聘 社会招聘 实习生招聘 随着电子设备的发展，柔性电子设备越来越受到大家的重视，这种设备是指在存在一定范围的形变（弯曲、折叠、扭转、压缩或拉伸）条件下仍可工作的电子设备。柔性电子可概括为是将有机/无机材料电子器件制作在柔性/可延性塑料或薄金属基板上的新兴电子技术，以其独特的柔性/延展性以及高效、低成本制造工艺，在信息、能源、医疗、国防等领域具有广泛应用前景，如柔性电子显示器、有机发光二极管OLED、印刷RFID、薄膜太阳能电池板、电子用表面粘贴(Skin Patches)等。与传统IC技术一样，制造工艺和装备也是柔性电子技术发展的主要驱动力。柔性电子制造技术水平指标包括芯片特征尺寸和基板面积大小，其关键是如何在更大幅面的基板上以更低的成本制造出特征尺寸更小的柔性电子器件。柔性电子涵盖有机电子、塑料电子、生物电子、纳米电子、印刷电子等，包括RFID、柔性显示、有机电致发光(OLED)显示与照明、化学与生物传感器、柔性光伏、柔性逻辑与存储、柔性电池、可穿戴设备等多种应用。随着其快速的发展，涉及到的领域也进一步扩展，已经成为交叉学科中的研究热点之一。 [1]碳纳米管基于碳纳米管的柔性电子制造碳纳米管（CNT）由于其高的本征载流子迁移率，导电性和机械灵活性而成为用于柔性电子学的有前途的材料，既作为场效应晶体管（FET）中的沟道材料又作为透明电极。管状碳基纳米结构可以被设想成石墨烯卷成一个无缝的圆柱体，它们独特的性质使其成为理想的候选材料。因为它们具有高的固有载流子迁移率和电导率，机械灵活性以及低成本生产的潜力。另一方面，薄膜基碳纳米管设备为实现商业化提供了一条实用途径。John A. Rogers与鲍哲楠教授分别发表了专题文章描述了基于CNT的柔性器件的处理和应用，回顾了柔性电子器件中碳纳米管的最新进展。氧化锌氧化锌是一种众所周知的宽带隙半导体材料（室温下3.4 eV，晶体），它有很多应用，如透明导体，压敏电阻，表面声波，气体传感器，压电传感器和UV检测器。并因为可能应用于薄膜晶体管方面正受到相当的关注。同时氧化锌还具有相当良好的生物相容性，可降解性。E.Fortunato教授介绍了基于氧化锌的新型薄膜晶体管所带来的主要优势，这些薄膜晶体管在下一代柔性电子器件中非常有前途。除此之外，还有众多的二维材料被应用于柔性电子领域，包括石墨烯、半导体氧化物，纳米金等。2014年发表在chemical review和nature nanotechnology上的两篇经典综述详尽阐述了二维材料在柔性电子的应用。 [1]转移印刷转印是一系列用于将微米和纳米材料确定性组装成具有二维和三维布局的空间组织的功能性布置技术。John A. Rogers总结了各种转移印刷技术的最新进展，从机械和材料方面，到在不同复杂程度的系统中使用它们的工程特点。并介绍了基础和应用研究以及这些方法在高产量工业规模制造中的应用。喷墨印刷喷墨印刷，被称为数字书写技术，可以直接沉积功能性材料以在基材上形成图案。黄永安教授的文章概述了用于柔性电子产品的喷墨打印技术。包括材料挑战，工艺进展以及设备研究情况。纤维结构形成除了常见的印刷以及经典的沉积方法，基于纤维结构的柔性电子器件制作方法也非常适合可穿戴电子产品，这些电子产品具有重量轻，持久，灵活和舒适的特点。陶小明教授讨论了关于基于纤维结构的柔性电子器件当前材料的限制，制造技术，以及设备的限制，以及在广泛推广使用之前必须加以改进的科学理解。 [1]纤维机构的柔性器件柔性电子技术有可能带来一场电子技术革命，引起全世界的广泛关注并得到了迅速发展。美国《科学》杂志将有机电子技术进展列为2000年世界十大科技成果之一，与人类基因组草图、生物克隆技术等重大发现并列。美国科学家艾伦黑格、艾伦·马克迪尔米德和日本科学家白川英树由于他们在导电聚合物领域的开创性工作获得2000年诺贝尔化学奖。柔性电子技术是行业新兴领域，它的出现不但整合电子电路、电子组件、材料、平面显示、纳米技术等领域技术外，同时横跨半导体、封测、材料、化工、印刷电路板、显示面板等产业，可协助传统产业，如塑料、印刷、化工、金属材料等产业的转型。其在信息、能源、医疗、制造等各个领域的应用重要性日益凸显，已成为世界多国和跨国企业竞相发展的前沿技术。美国、欧盟、英国、日本等相继制定了柔性电子发展战略并投入大量科研经费，旨在未来的柔性电子研究和产业发展中抢占先机。西方发达国家纷纷制定了针对柔性电子的重大研究计划，如美国FDCASU计划、日本TRADIM计划、欧盟第七框架计划中PolyApply和SHIFT计划等，仅欧盟第七框架计划就投入数十亿欧元的研发经费，重点支持柔性显示器、聚合物电子的材料/设计/制造/可靠性、柔性电子器件批量化制造等方面基础研究。在最近的10年间，康奈尔大学、普林斯顿大学、哈佛大学、西北大学、剑桥大学等国际著名大学都先后建立了柔性电子技术专门研究机构，对柔性电子的材料、器件与工艺技术进行了大量研究。柔性电子技术同样引起了我国研究人员的高度关注与重视，在柔性电子有机材料制备、有机电子器件设计与应用等方面开展了大量的基础研究工作，并取得了一定进展。中国科学院长春应用化学研究所、中国科学院化学研究所、中国科学技术大学、华南理工大学、清华大学、西北工业大学、西安电子科技大学、天津大学、浙江大学、武汉大学、复旦大学、南京邮电大学、上海大学等单位在有机光电（高）分子材料和器件、发光与显示、太阳能电池、场效应管、场发射、柔性电子表征和制备、平板显示技术、半导体器件和微图案加工等方面进行了颇有成效的研究。近年来，华中科技大学在RFID封装和卷到卷制造、厦门大学在静电纺丝等方面取得了研究进展。知名经济学家刘姝威在近日表示：“柔宇通过核心技术自主创新，开创了一个全新的柔性电子产业。 [2] 孙东明 研究员 博士生导师 工会主席 纪委委员 中国科学院金属研究所 能源信息材料与器件研究部 纳米碳基柔性电子器件