

# 泰克助力新型二维材料 在生物检测中的应用

## 新型材料在生物检测方面的应用和前景

随着医学科学的发展，对于生物分子、病原体、细胞等生物检测的需求越来越高。生物检测技术可以用于诊断、治疗、监测、预防等各个领域。然而，传统的生物检测方法往往存在灵敏度低、稳定性差、操作复杂、成本高等缺点，限制了其广泛的应用。因此，开发新型的生物检测材料和技术，提高生物检测的性能和便利性，是一个重要的研究方向。

新型的生物检测材料主要包括纳米材料、生物材料、导电聚合物、碳基材料等。这些材料具有高比表面积、高电子传输率、高化学和生物活性、高光学响应等特点，可以有效地提高生物检测的灵敏度、选择性、稳定性和快速性。新型的生物检测技术主要包括电化学、光学、磁学、机械、声学等不同的信号转换机制。这些技术可以实现对不同类型的生物分子、病原体、细胞等的定量或定性检测，以及多参数或单细胞水平的检测。

新型材料在生物检测方面的应用和前景是广阔的。例如，基于 ZnO 纳米棒的 FET 生物传感器，就是一种利用新型纳米材料和电化学技术的生物检测系统，用于连续血糖监测。该生物传感器旨在为微创血糖监测提供高灵敏度、良好的稳定性和小尺寸。该生物传感器的优点在于灵敏度、稳定性好、体积小、制造成本低，有望成为糖尿病患者可穿戴连续血糖监测的应用。

其他的新型材料在生物检测方面的应用和前景，还包括：

- 基于金纳米颗粒的光学生物传感器，用于 DNA、蛋白质、抗体等的标记和检测。该传感器利用金纳米颗粒的表面增强拉曼散射（SERS）效应，实现对生物分子的高灵敏度和高分辨率的检测。
- 基于石墨烯的电化学传感器，用于 DNA、微小 RNA、荧光素酶等的检测。该传感器利用石墨烯的高电子传导性和高比表面积，以及与生物分子的强相互作用，实现对生物分子的快速和稳定的检测。
- 基于磁性纳米颗粒的磁学生物传感器，用于细胞、细菌、病毒等的分离和检测。该传感器利用磁性纳米颗粒的高磁响应和高亲水性，以及与生物分子的特异性结合，实现对生物目标的有效富集和灵敏检测。
- 基于硅纳米线的机械生物传感器，用于细胞、肿瘤、神经元等的力学特性的检测。该传感器利用硅纳米线的高柔性和高灵敏度，以及与生物分子的直接接触，实现对生物力学信号的高精度的检测。
- 基于聚合物微流控芯片的声学生物传感器，用于细胞、病原体、血液等的分析和诊断。该传感器利用聚合物微流控芯片的高可塑性和高集成度，以及声波的高穿透性和高选择性，实现对生物样本的微量化和多功能化的处理和检测。

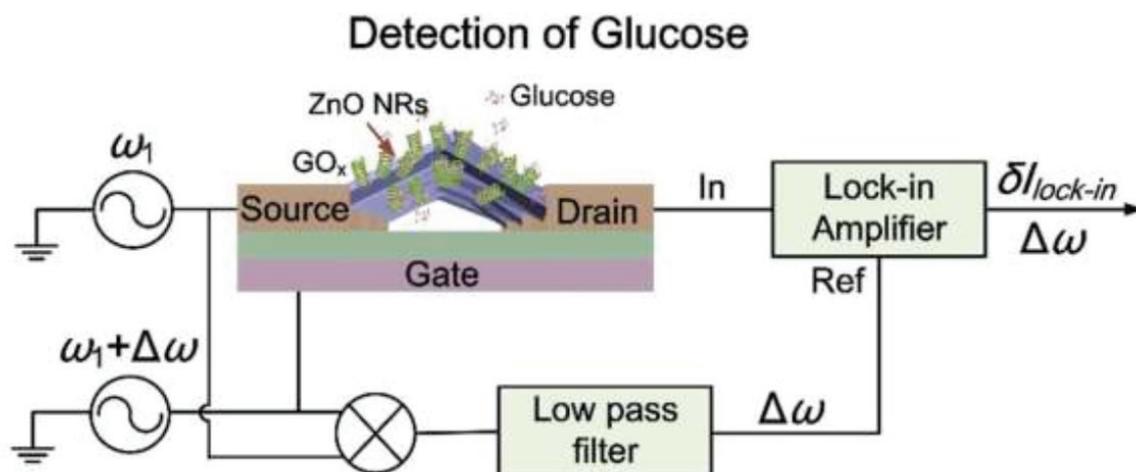
Tektronix 提供丰富的产品助力新型材料在生物医学检测中的应用。构架在高精度的数字万用表、源表、静电计以及时域电信号采集系统，基于几十年在半导体、材料科学的应用积累，推出针对不同材料体系、检测原理等矩阵式解决方案。



### 案例一：基于 ZnO 纳米棒的 FET 生物传感器，用于连续血糖监测<sup>[1]</sup>

文章介绍了一种基于 ZnO 纳米棒的场效应晶体管 (FET) 生物传感器，用于连续血糖监测。该生物传感器旨在为微创血糖监测提供高灵敏度、良好的稳定性和小尺寸。通过利用在源极和漏极之间生长的 ZnO 纳米棒，通过交流电场控制，生物传感器充当变频器，将葡萄糖浓度转化为特定差频的电流变化。

- 在测试中，通过 6221 产生高精度交流信号，通过源漏，葡萄糖分子吸附在 ZnO 纳米棒后，葡萄糖氧化酶 (GOx) 催化葡萄糖与氧气反应，将葡萄糖转化为葡萄糖内酯和过氧化氢 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)。生成的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 改变 GOx-ZnO 纳米棒的电荷转移特性，导致 FET 的电导率发生变化。通过 2182 进行微弱的电压变化的测试，从而得到电导率的值。



## 案例二：基于 MXene 结构的人血清白蛋白 (HSA) 浓度水平的多层异质膜<sup>[2]</sup>

MXene 是由 MAX 相处理得到的类石墨烯结构。MAX 相的具体分子式为  $M_{n+1}AX_n$  ( $n = 1, 2$  or  $3$ )，其中 M 指的是前几族的过渡金属，A 指的是主族元素，X 指的是 C 和 / 或 N 元素。由于 M-X 具有较强的键能，A 具有较活泼的化学活性，因此，可以通过刻蚀作用将 A 从 MAX 相中移除，从而得到类石墨烯的 2D 结构——MXene。由于 MXene 独特的性能，目前已经广泛应用于催化剂、离子筛分、光热转化、场效应晶体管、拓扑绝缘体和析氢反应。MXene/PDMS/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PDMS 层在信号转换中扮演的角色是通过表面应力和磁力将生物信号转化为电信号，从而增强了表面应力生物传感器的灵敏度。PDMS 膜在磁场的影响下变形更快，放大了可以输出为电脉冲的表面应力。因此，实现了多物理场耦合增强。在均匀磁场下，MXene/PDMS/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PDMS 层表现出良好的检测性能。

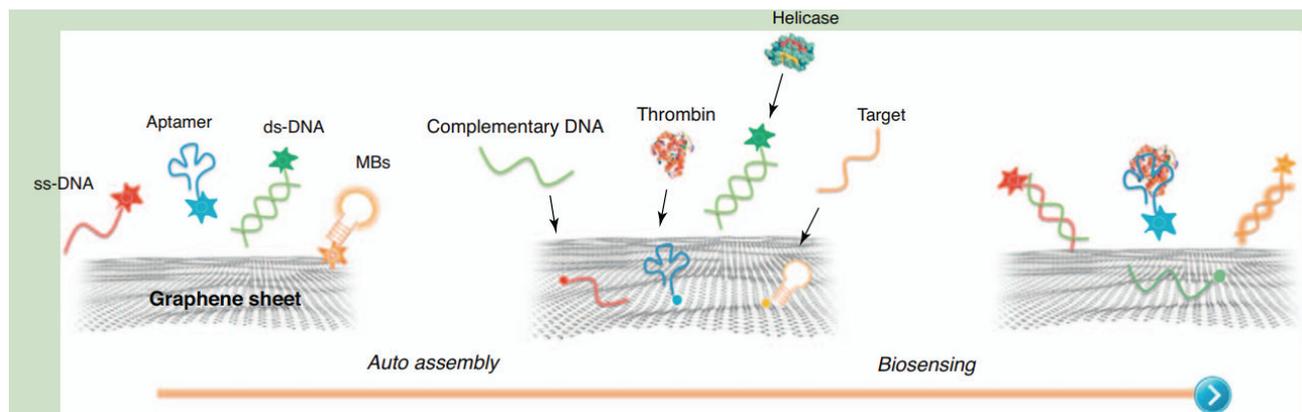
- MXene 的作用是作为 MHBios 的导电层材料，通过其高电导率，使得 MHBios 具有卓越的传感能力。MHBios 的电阻会随着 MXene 膜的变形而改

变，而特异性结合的抗 HSA 和 HSA 会产生表面应力，导致 MXene 膜的结构改变，从而改变了膜内的导电路径。此外，在磁场的影响下，磁性 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 敏化的磁性纳米颗粒会在 MHBios 表面移动，导致 PDMS 膜更快地变形，缩短了导电路径并增加了电阻。

- 通过 2450 对 PDMS 膜的电阻率进行测量，读取电阻值作为 HAS 浓度的标记值。

## 另外柔性皮肤

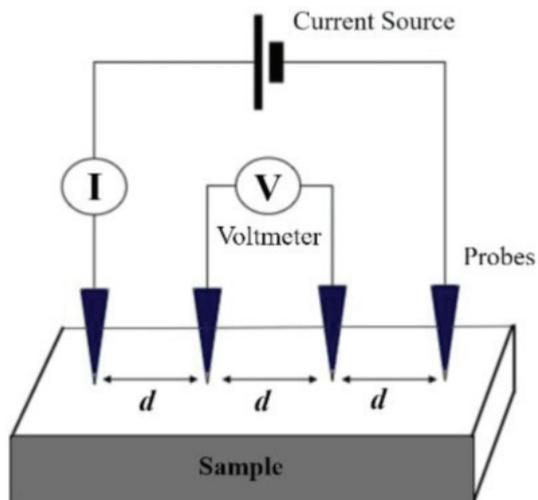
柔性材料对生物检测具有重要的意义，因为它们可以模仿人体组织，适应各种复杂的形状和环境，提高了生物检测的灵敏度和准确度。柔性材料还可以减少生物检测过程中的机械刺激，降低外源性干扰，增加生物相容性，更好地模拟体内的生物信号。利用柔性材料制备的生物传感器，可以实现对血液、唾液、汗液等体液的连续监测，为疾病诊断和治疗提供及时的反馈信息。柔性材料也可以与电子、光学、磁性、机械等多种功能结合，构建多功能的生物检测平台，拓展了生物检测的范围和应用场景。



### 案例三：银纳米线 (AgNW) 和聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 薄膜构建柔性应变传感器<sup>[3]</sup>

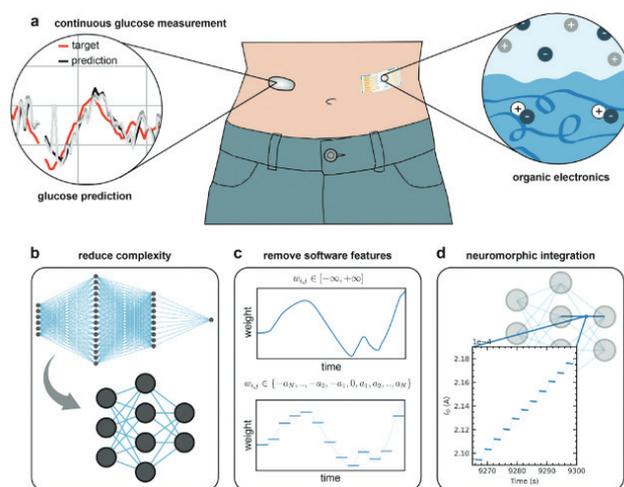
银纳米线作为一种一维纳米金属材料，由于其优异的导电性、透明性和柔韧性而受到广泛关注，尤其是在柔性和可拉伸电子领域。根据研究，AgNWs/PDMS 薄膜作为柔性应变传感器在个人电子设备和健康监测领域有着广泛的应用前景。该薄膜具有优异的应变灵敏度和线性关系，可用于人体活动监测和 LED 灯响应测试，为柔性可穿戴设备的构建提供了新思路<sup>1</sup>。此外，AgNWs/PDMS 薄膜在人体皮肤的应力 - 应变行为范围内表现出良好的性能，可用于研究人体皮肤的应力 - 应变行为，确保在实际应用中的可靠性<sup>7</sup>。因此，AgNWs/PDMS 薄膜作为柔性应变传感器具有广阔的应用前景，可在智能可穿戴设备领域发挥重要作用。

由于 AgNW+PDMS 材料的形变会改变电阻率，因此利用标准的四探针法可以对电阻率的变化又非常高、可靠的精度。



### 新展望

结合柔性材料的发展，已经新奇的二维材料，可以更加灵敏的对选定分子、离子或者功能团进行探测，伴随着新型神经形态器件技术的突破，可以实现可穿戴式的感、存、算一体的生物监测系统。通过重新设计人工神经网络，充分考虑硬件约束，实现硬件系统能够达到最先进的血糖预测性能。这种方法不仅适用于植入式和穿戴式设备的实施，为重新定义糖尿病管理提供了有前途的前景。此外，该研究成功地证明了将神经网络最小化以减少网络复杂性、内存消耗和处理需求的可行性，最终将输入数据缩小到单一特征 - 血糖测量，而且在性能上没有明显损失<sup>[4]</sup>。



综上所述，新型材料在生物检测方面的应用和前景是巨大的，有望为医学科学和生物工程等领域带来革命性的突破和进步。

## 引用:

1. Xianli Zong, Rong Zhu, ZnO nanorod-based FET biosensor for continuous glucose monitoring, Sensors and Actuators
2. ACS Omega 2023, 8, 3423-3428
3. Citation: Zhu, X.; Zhou, Y.; Ye, C. Preparation and Performance of AgNWs/PDMS Film-Based Flexible Strain Sensor. Materials 2023, 16, 641.
4. doi.org/10.1002/advs.20230826

更多宝贵资源，敬请登录：[WWW.TEK.COM.CN](http://WWW.TEK.COM.CN)

© 泰克公司版权所有，侵权必究。泰克产品受到已经签发及正在申请的美国专利和外国专利保护。本文中的信息代替所有以前出版的材料中的信息。本文中的技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克公司的注册商标。本文中提到的所有其它商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

