

超疏水柔性可穿戴纱线基氨气传感器的制备与性能研究

Preparation and properties of superhydrophobic flexible wearable yarn-based ammonia sensor

李婷婷^{1,2*}、赵豪¹、杨涛¹、彭浩凯^{1,2}、楼静文^{1,4}、林佳弘^{1,3}

Ting-Ting Li^{1,2}, Hao Zhao¹, Tao Yang¹, Hao-Kai Peng^{1,2}, Ching-Wen Lou^{1,4}, Jia-Hong Lin^{1,3}

¹天津工业大学纺织科学与工程学院智慧纺织与节能制品创新平台, 天津 300387

²天津工业大学天津市和教育部先进纺织复合材料重点实验室, 天津 300387

³逢甲大学纤维与复合材料系先进医疗与防护技术研究中心, 台中市 407102

⁴亚洲大学生物信息与医学工程系, 台中市 413305

¹Innovation Platform of Intelligent and Energy-Saving Textiles, School of Textile Science and Engineering, Tiangong University, Tianjin 300387

²Tianjin and Education Ministry Key Laboratory of Advanced Textile Composite Materials, Tiangong University, Tianjin 300387

³Advanced Medical Care and Protection Technology Research Center, Department of Fiber and Composite Materials, Feng Chia University, Taichung City 407102

⁴Department of Bioinformatics and Medical Engineering, Asia University, Taichung City 413305

*李婷婷: tingtingli@tiangong.edu.cn

摘要

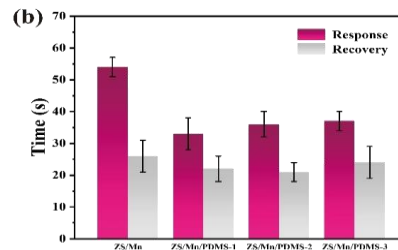
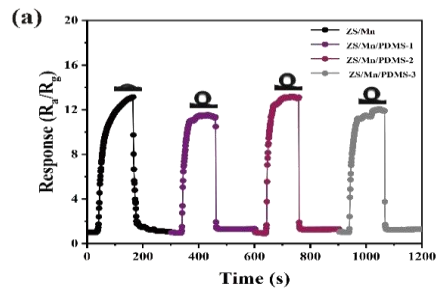
本研究制备了一种适用于室温环境的耐久性超疏水柔性可穿戴纱线氨气传感器。该纱线氨气传感器在室温下对 100 ppm 浓度氨气响应灵敏度为 13.11, 响应与恢复时间分别为 36s 和 21s, 检测限低至 10 ppm 时对氨气的灵敏度可达 4.76。此外, 该传感器在 10-100 ppm 浓度范围内具有良好的线性关系, 并表现出优异的选择性和稳定性。且疏水角可达 155.74°。传感器还具有稳定的机械性能和柔韧性, 可以缝制在织物表面, 具有一定的服用潜力。

关键字: 氨气传感器、超疏水、金属氧化物半导体、静电纺丝纳米纤维、柔性可穿戴

内容摘要:

柔性可穿戴传感器在工作时常会受到环境中水分的严重影响, 超疏水表面由于其独特的表面润湿性, 使其具有优异的防水、防污及抗生物粘附等性能。赋予柔性传感器超疏水功能, 利用功能间的相互协同作用, 使其可以在有水甚至酸液碱液存在的条件下稳定工作。

本实验使用聚丙烯纱(PY)为芯纱, 聚偏氟乙烯(PVDF)为包覆层, 采用同轴静电纺丝纳米纤维成纱工艺制备一种芯鞘结构的静电纺丝纳米纤维包覆纱。通过两步水热法制备掺杂 Mn 的 ZnO/SnO₂ N-n 型金属氧化物半导体异质结气敏材料, 利用 PDA 良好的粘附性将其与制备得到的包芯纱结合, 并引入 PDMS 疏水剂, 赋予纱线传感器超疏水功能, 纱线传感器的疏水角为 155.74°。在室温下, 对 100 ppm 浓度氨气的响应灵敏度可达 13.11, 响应与恢复时间分别为 36s 与 21s, 检测限低至 10 ppm 时对氨气的灵敏度可达 4.76, 且在 10-100 ppm 浓度范围内具有良好的线性关系并且对氨气表现出优异的选择性以及稳定性。



致谢

感谢中国纺织工业联合会研究基金(批准号 2022033)的协助使本研究能顺利完成。