

[首 页](#)

[认识材料所](#)

[架构单元](#)

[科学研究](#)

[人力资源](#)

[所地合作](#)

[党群文化](#)

宁波材料所在具有高刺激分辨能力和分辨率的柔性应变-温度双模态传感器中取得进展

作者：，日期：2023-02-24

人体活动所产生包括应变和温度等大量的生理信号是医疗健康、运动监测的重要数据来源，利用柔性可穿戴设备实现应变和温度的感知意义重大。柔性传感器是柔性可穿戴设备的核心部件，其发展趋势是集成化和多功能化。发展柔性应变-温度双模态传感器，实现应变和温度等信号的监测以及区分，并同时兼具高的分辨率仍是一个难点。

Co基磁性非晶丝具有优异的软磁性能和巨磁阻抗效应（GMI），可以实现对磁场的高灵敏探测，是发展柔性多功能传感器的理想材料之一。前期，中科院磁性材料与器件实验室柔性电磁功能材料与器件团队李润伟研究员和刘宜伟研究员基于磁性非晶丝设计与发展了仿生触觉传感器与自供电弹性应变传感器，并在机器人假肢的触觉感知、运动捕捉的智能服装方面实现应用（*Science Robotics*. 2018, 3, eaat0429；*Nano Energy*, 2022, 92, 106754）。在此基础上，以磁性非晶丝为敏感材料，通过设计具有管状异质结构的双模态传感器实现了单一传感器对应变和温度的灵敏监测和实时区分。该传感器具有独立的应变和温度感知机制。一方面，结合磁弹性体的磁弹效应和Co基非晶丝的巨磁阻抗效应可以实现应变灵敏探测；另一方面，用于阻抗输出的热电偶线圈具有显著的塞贝克效应，可以同时实现温度的检测。基于独立的感应机制，温度和应变信号之间不存在相互耦合，后续通过信号读取电路可实现温度和应变信号的实时区分和输出。

该研究中双模态传感器的应变-磁转换单元中具有磁弹效应的磁弹性体提供随应变而变化的磁场，通过内置的Co基磁性非晶丝，能够灵敏感知微小变化的磁场，从而输出变化的阻抗，实现应变的感知。此外，该工作巧妙地设计了具有双功能的Cu-CuNi热电偶线圈，不仅可以实现阻抗的输出，而且本身具有的塞贝克效应可以实现对温度的感知。进一步地，通过调控应变-磁转换单元的不同区域的相对模量，即磁弹性管和非磁性弹性管的相对模量，可以控制磁场变化快慢，从而能够实现应变灵敏度的可调。该传感器可实现0.05%的应变和0.1 °C的低探测极限，5.29和54.9 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 的较高应变和温度感知灵敏度。此外，该研究也从模拟和实验上对该双模传感器的应变-温度信号输出的耦合和相互干扰进行了验证。分别测试了双模传感器在不同应变下的温度输出信号和不同温度下的应变输出信号，发现该传感器具有的管状异质结构能够有效避免应变对温度的干扰，且磁性非晶丝和磁粉的磁性能在低于居里温度下具有良好的温度稳定性可以确保温度对应变感知几乎没有影响。

最后，该研究将所设计的管状线型双模传感器与织物集成，可以同时用于人体微小应变的探测，比如呼吸和吞咽等检测，也可用于膝盖弯曲等较大应变的探测，同时也能实现体温或环境温度的实时监测，在健康监测、智慧医疗以及人机交互领域具有良好的应用前景。

该工作近期以题为“Dual mode strain-temperature sensor with high stimuli discriminability and resolution for smart wearables”在线发表在*Advanced Functional Materials* (DOI : org/10.1002/adfm.202214907) 上。本研究得到了国家自然科学基金重大仪器研制项目（52127803）、国家自然科学基金项目（51971233、U20A6001）、国家自然科学基金委中德交流项目（M-0152）、中科院国际合作重点项目（174433KYSB20190038、174433KYSB20200013）、浙江省自然科学基金（LD22E010002）等项目的支持。

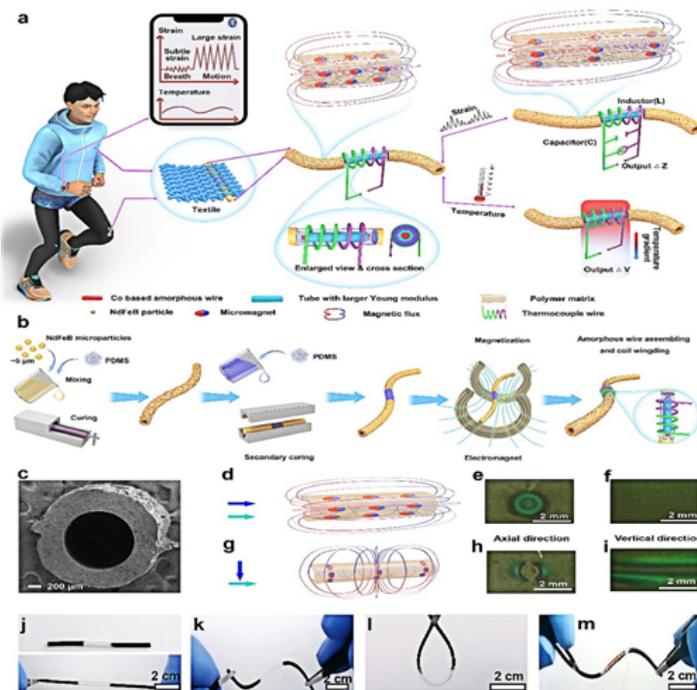


图1 (a) 双模传感器的感应机制，(b) 具有管状异质结构的双模传感器传感器制备流程，(c) 应变-磁转换单元中磁性管的微观形貌，(d-i) 具有磁弹效应的磁弹性管不同磁化方向磁化具有不同的磁性能，(j-m) 双模传感器外观和柔性展示

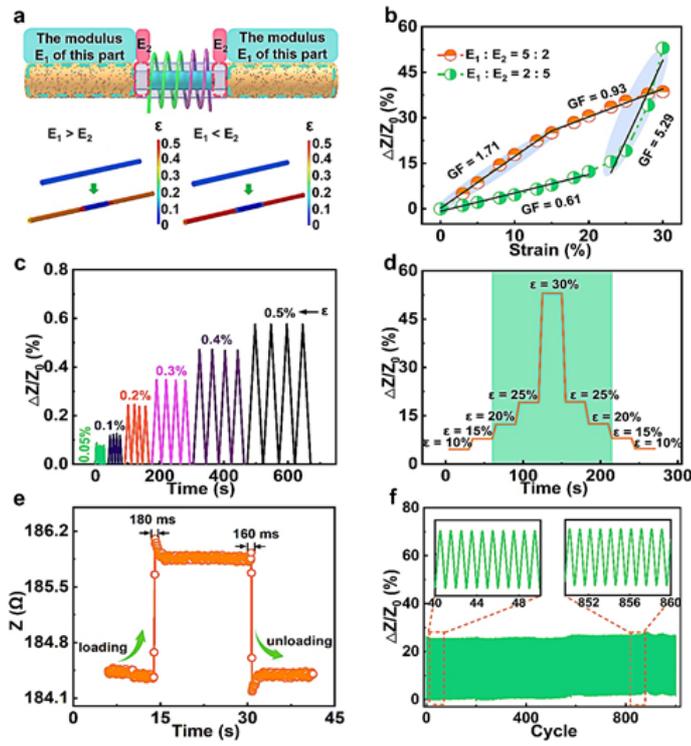


图2 双模传感器的应变感知性能

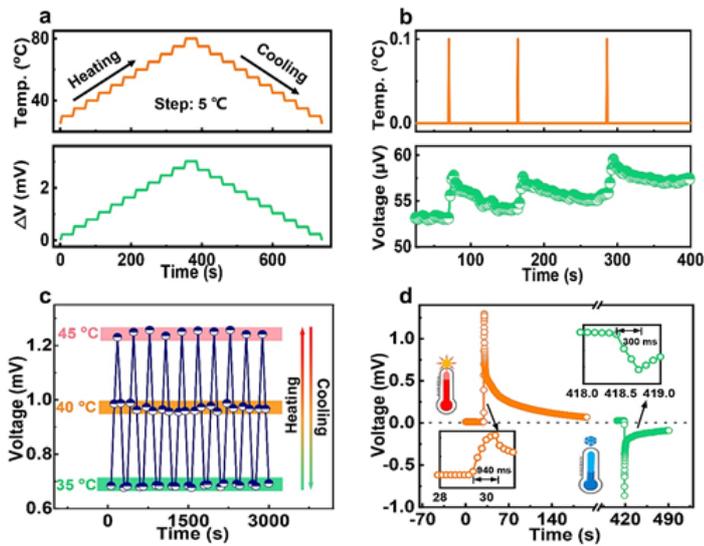


图3 双模传感器的温度感知性能

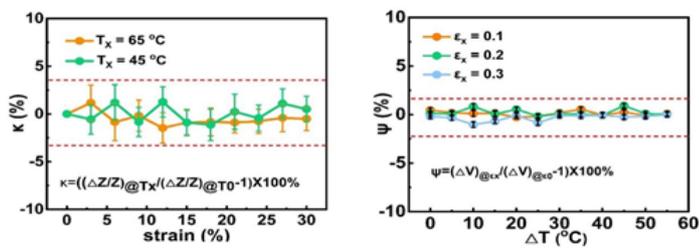


图4 双模传感器对应变和温度刺激的独立感知

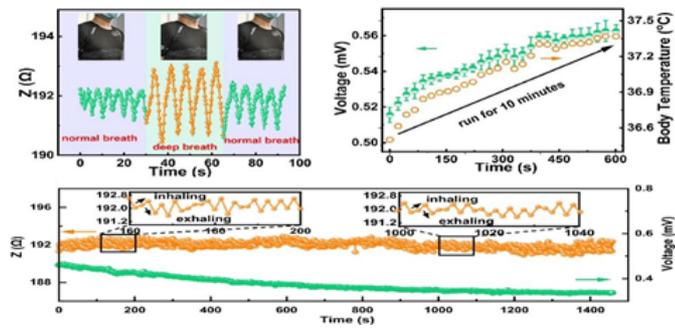


图5 双模传感器的应用

(磁材实验室 肖恢芸)

[打印本文本](#) | [加入收藏](#) | [回到顶部](#)

中国科学院宁波材料技术与工程研究所 © 2007- 2023 版权所有
浙江省宁波市镇海区中官西路1219号 邮编：315201