

© 2024年02月27日

### 中国科大在高选择性室温半导体传感器研发方面取得重要进展

近日，中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室（以下简称“火灾实验室”）孙金华教授团队提出了一种基于光激发Pd@MOF衍生多孔纳米复合材料的超高效率室温传感气体鉴别方案，实现了独立传感器在室温下对氢气的准确识别。相关研究成果在能源与材料领域国际知名期刊Journal of Materials Chemistry A上发表题为“Ultra-effective room temperature gas discrimination based on monolithic Pd@MOF-derived porous nanocomposites: An exclusive scheme with photoexcitation”的封面论文，并被期刊同期重点推荐。

金属氧化物半导体（MOS）化学电阻传感器由于具有稳定性高、重复性好以及易于小型化等显著优点，已成为环境监测与可燃气体检测领域最具发展前景的传感技术之一。然而，该类传感器受限于金属氧化物半导体材料表面吸附氧的传感机制，其通常需要加热至300~500°C的较高工作温度才能实现传感功能。高的核心工作温度不仅在可燃气体环境中带来了高温引燃的潜在风险，还大大增加了系统的功耗。此外，目前金属氧化物半导体（MOS）基传感器通常表现出很高的交叉灵敏度，这意味着对同类型的气体（如H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、CO等易燃气体）具有相似的响应特性，很难准确的识别相关场景的泄漏气体种类。尽管高阶传感阵列可以作为气体识别的一种方案，但其高昂的成本和器件尺寸使其难以满足实际应用中对于小型化和大规模制造的需求。尤其是近年来随着全球能源危机的出现以及“双碳”目标的提出，可燃气体传感器除了在石油化工、航空航天以及核能监测等传统工业领域的应用以外，新兴的应用场景如燃料电池、电化学储能以及掺氢甲烷燃料等技术领域对可燃气体（尤其是氢气）的检测提出了更多样化的需求以及更高的标准。因此，研发在室温下具有高选择性的气体传感技术对能源领域的安全发展与监测预警具有重要意义。

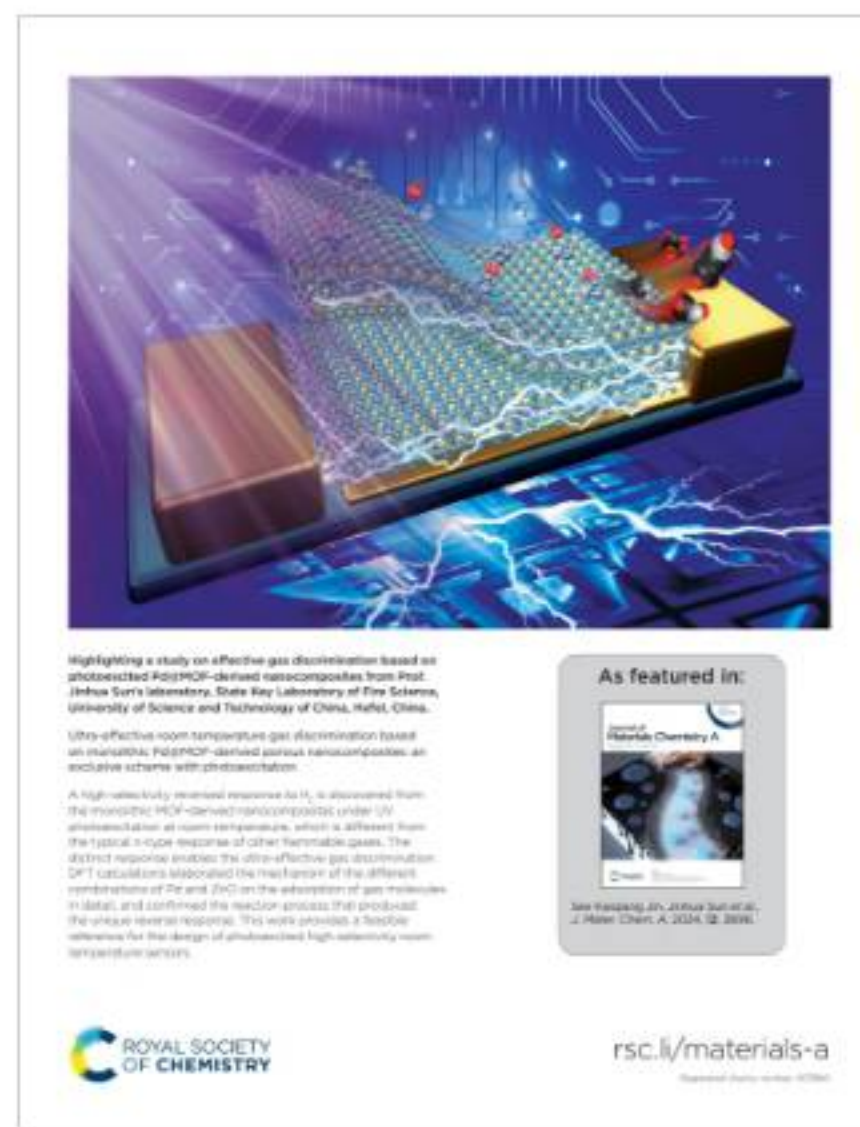


图1期刊封面及推荐页（2024,Volume 12, Issue 7）

为解决半导体基传感器工作温度高与选择性差的难题，孙金华教授团队提出了一种从材料源头设计的有效方案。通过光激发巧妙地实现了材料表面的室温激活，同时借助优化热处理后Pd@MOF衍生金属氧化物半导体材料的多孔特性以及Pd纳米团簇对H<sub>2</sub>分子的特殊吸附机制，实现了单片传感器在室温下对氢气的独特高选择性响应。该工作利用信号模式识别方法发现传感器对氢气的响应与其他典型可燃气体的响应特性完全独立，这意味着仅基于原始电学响应信号即可实现对氢气的准确识别，从而摆脱了对复杂传感矩阵设计的依赖。

该研究工作还通过模拟实际传感过程，系统地开展了相关结构模型的DFT计算，并结合能带结构理论证明了不同Pd态表面O<sub>2</sub>分子和H<sub>2</sub>分子的特殊吸附行为。理论计算结果与实际实验中产生的n型向p型半导体响应特征的转变相吻合，为Pd元素在高选择性材料中的应用提供了更加深入的理论基础。

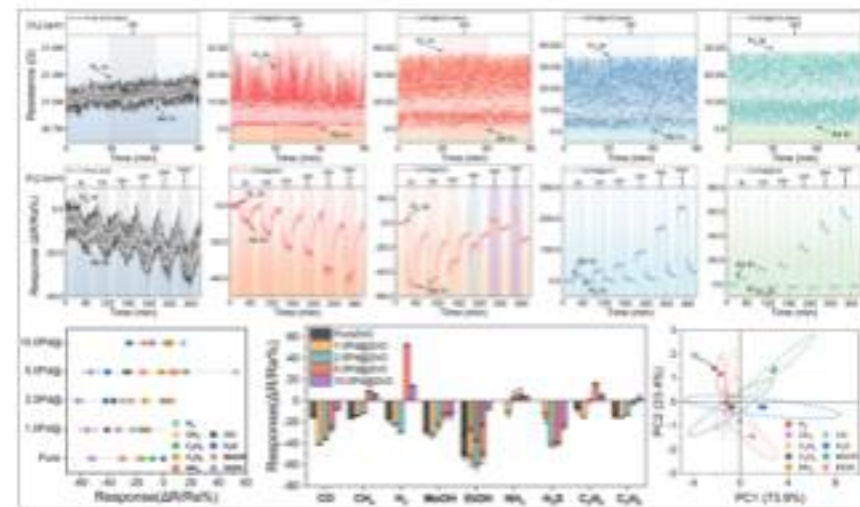


图2在室温下传感器对氢气的独特高选择性响应特性

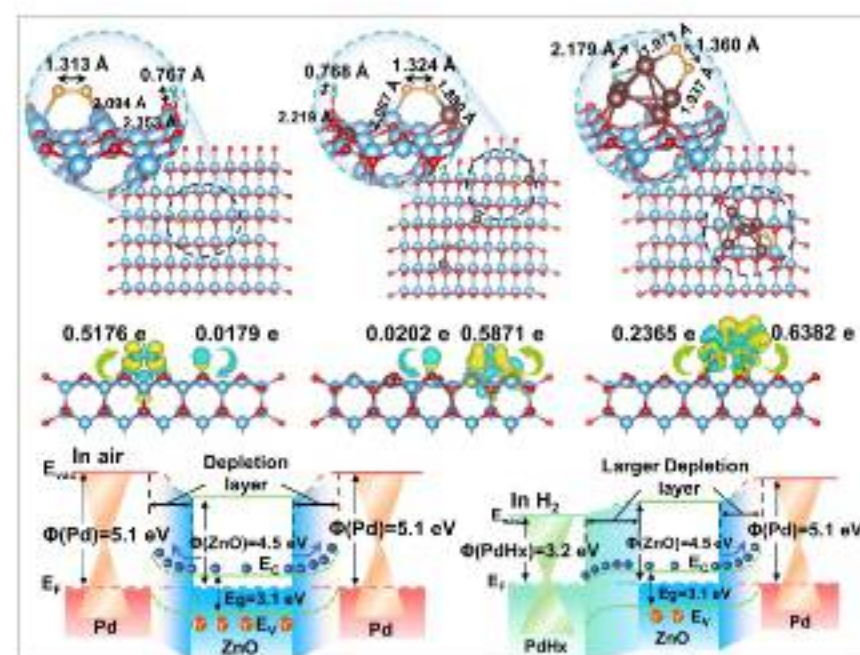


图3基于实际传感构型的DFT计算与能带结构理论的独特敏感机理研究

这项研究工作提出了一种进行高选择性气体敏感材料设计的同时，实现室温气体传感的“一石二鸟”新方案，为新型光激发高选择性室温传感器的研制提供坚实的实验参考与理论依据。

火灾实验室博士生段佩玉为该论文的第一作者，孙金华教授与金凯强副研究员为论文的共同通讯作者，火灾实验室为论文的第一完成单位。

该研究得到了国家自然科学基金和中央高校基本科研业务费专项资金的资助。

论文链接: <https://doi.org/10.1039/D3TA05740B>

（火灾科学国家重点实验室，科研部）

分享本文



相关新闻



校党委召开科技成果转化专项巡视情...

3月14日上午，科技成果转化专项巡视情况反馈会在东区师生活动中心五楼报告厅召开。校党委书记、党委...

03.14 中国科大揭示台声波主导弥散光形成的原因

03.13 团委党支部举办“科大师生共行”党建...

03.13 中国科大在锂电池高安全性电解液的研究...

03.13 “核光同行 学有所成”——国家同步辐射...