



面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，率先实现科学技术跨越发展，率先建成国家创新人才高地，率先建成国家高水平科技智库，率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针

[首页](#)[组织机构](#)[科学研究](#)[成果转化](#)[人才教育](#)[学部与院士](#)[科学普及](#)[党建与科学文化](#)[信息公开](#)

首页 > 科研进展

上海微系统所采用MEMS芯片气相原位TEM技术揭示氢气传感器的失效机制

2022-04-20 来源：上海微系统与信息技术研究所

【字体：大 中 小】



语音播报



近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员李昕欣团队采用基于MEMS芯片的气相原位透射电镜（TEM）表征技术，探究了Pd-Ag合金纳米颗粒催化剂在MEMS氢气传感器工况条件下的失效机制（图1）。4月13日，相关研究成果作为Supplementary Cover论文，以In Situ TEM Technique Revealing the Deactivation Mechanism of Bimetallic Pd-Ag Nanoparticles in Hydrogen Sensors为题，发表在Nano Letters上。

随着低碳经济的快速发展，氢能作为理想的清洁能源应用于各个领域，如氢燃料电池汽车。为了确保氢气的安全使用，迫切需要开发具有高灵敏度、高选择性、高稳定性且低功耗的氢气传感器。李昕欣/许鹏程研究团队在国家重点研发计划“硅基气体敏感薄膜兼容制造及产业化平台关键技术研究”的支持下，开展了MEMS低功耗氢气传感器的研究工作。

在半导体敏感材料表面修饰贵金属催化剂是提升氢气传感器性能（如灵敏度）的有效方法。然而，半导体气体传感器的工作温度高达数百摄氏度。在长期的高温工作环境下，金属催化剂的活性易衰减，引起半导体气体传感器的性能下降甚至失效，阻碍了该类传感器的实用化。传统的材料表征方法通常只能分析敏感材料失活前后微观形貌、结构及成分等的变化，缺乏在工况条件尤其是气氛条件下原位表征敏感材料的能力，难以分析半导体气体传感器的失效机制。

该研究使用气相原位TEM实验，在工况条件下观测到Pd-Ag合金纳米颗粒催化剂的形貌和物相演变全过程，揭示了该合金纳米催化剂在不同工作温度下的失活机制，并据此对MEMS氢气传感器进行优化，有效推进了氢气传感器的实用化。原位TEM实验结果表明（图3），当半导体氢气传感器在300 °C工作时，相邻近的Pd-Ag合金纳米颗粒易发生融合、颗粒长大现象，且颗粒的结晶性提高。Pd-Ag合金纳米颗粒催化剂的粒径增大、缺陷减少，使其催化活性降低，引起氢气传感器的灵敏度出现衰减。当氢气传感器在更高温度（500 °C）下工作时，Pd-Ag合金纳米颗粒进一步发生相偏析，Ag元素从合金相中析出，同时生成了PdO相，导致催化剂丧失了协同增强效应，使氢气传感器的灵敏度大幅下降甚至失效。

在上述失效机制的指导下，科研团队进一步优化了Pd-Ag合金催化剂的元素组成、负载量及工作温度，并使用实验室独立研发的集成式低功耗MEMS传感芯片，研制出新一代的氢气传感器。该氢气传感器具有灵敏度高（检测下限优于1 ppm）、长期稳定性好（在300 °C下连续工作一个月后，对100 ppm H₂的

响应值衰减小于1%)、功耗低(300 °C下持续工作,功耗仅为22 mW)。该研究采用气相原位TEM技术来探讨气体传感器的失效机制,为气体传感器的理论与实用化提供了新的研究方式。目前,该MEMS氢气传感器已在汽车加氢站等领域试应用,相关应用工作正在积极推进。

研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金及中科院仪器研制项目等的支持。

[论文链接](#)

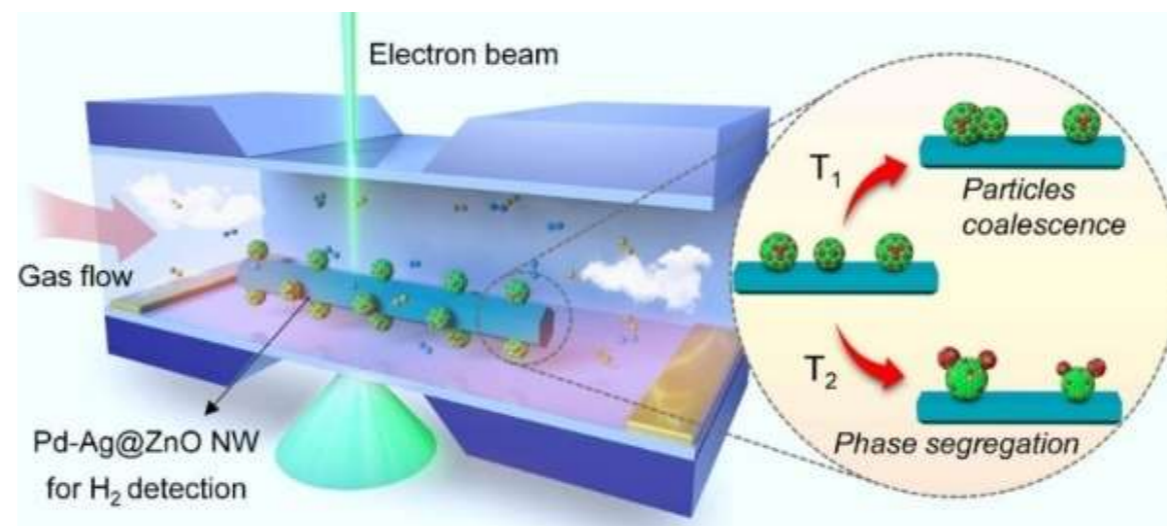


图1.采用MEMS芯片气相原位TEM技术揭示氢气传感器失效机制的示意图



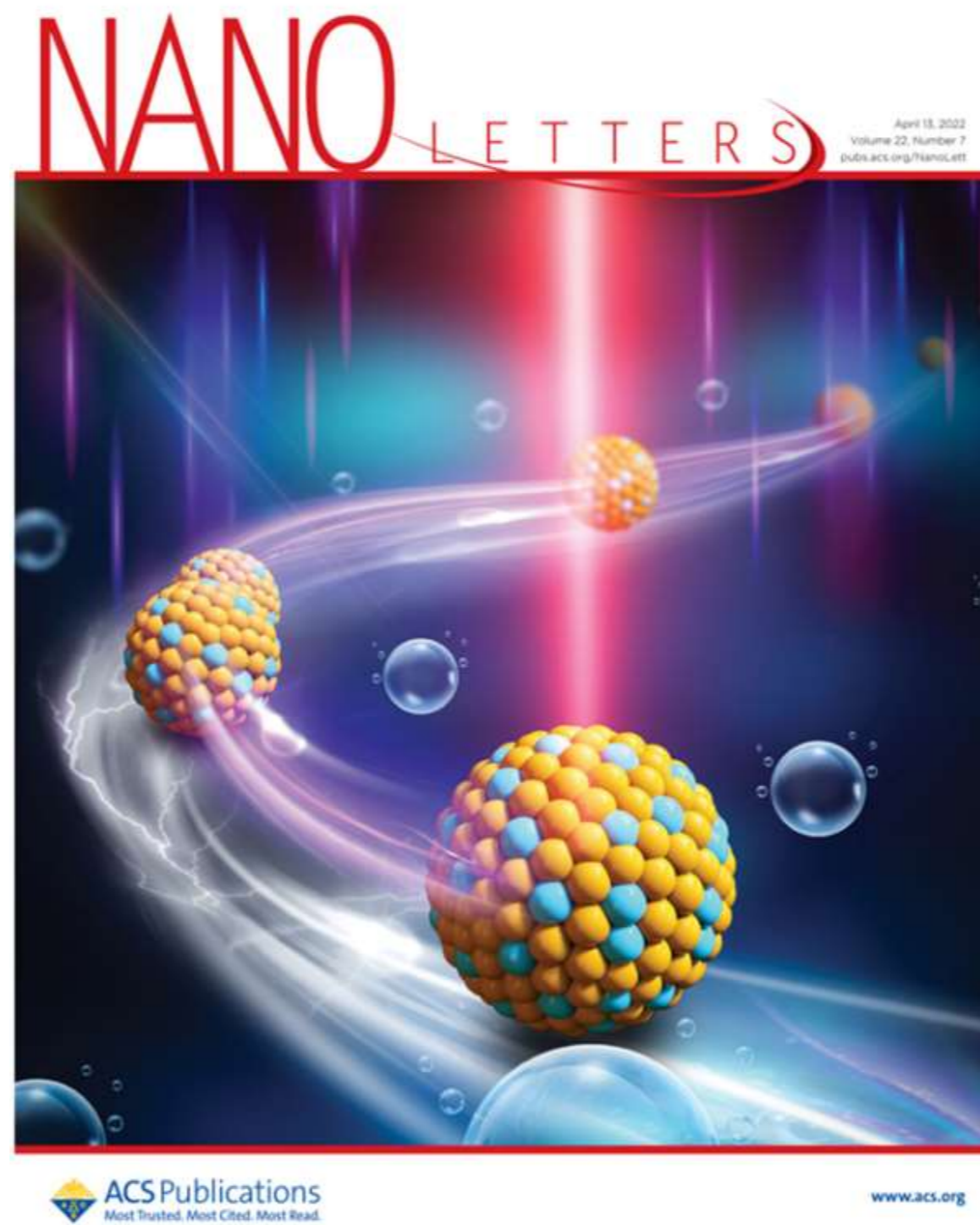


图2.该成果被选为Nano Letters当期的Supplementary Cover论文



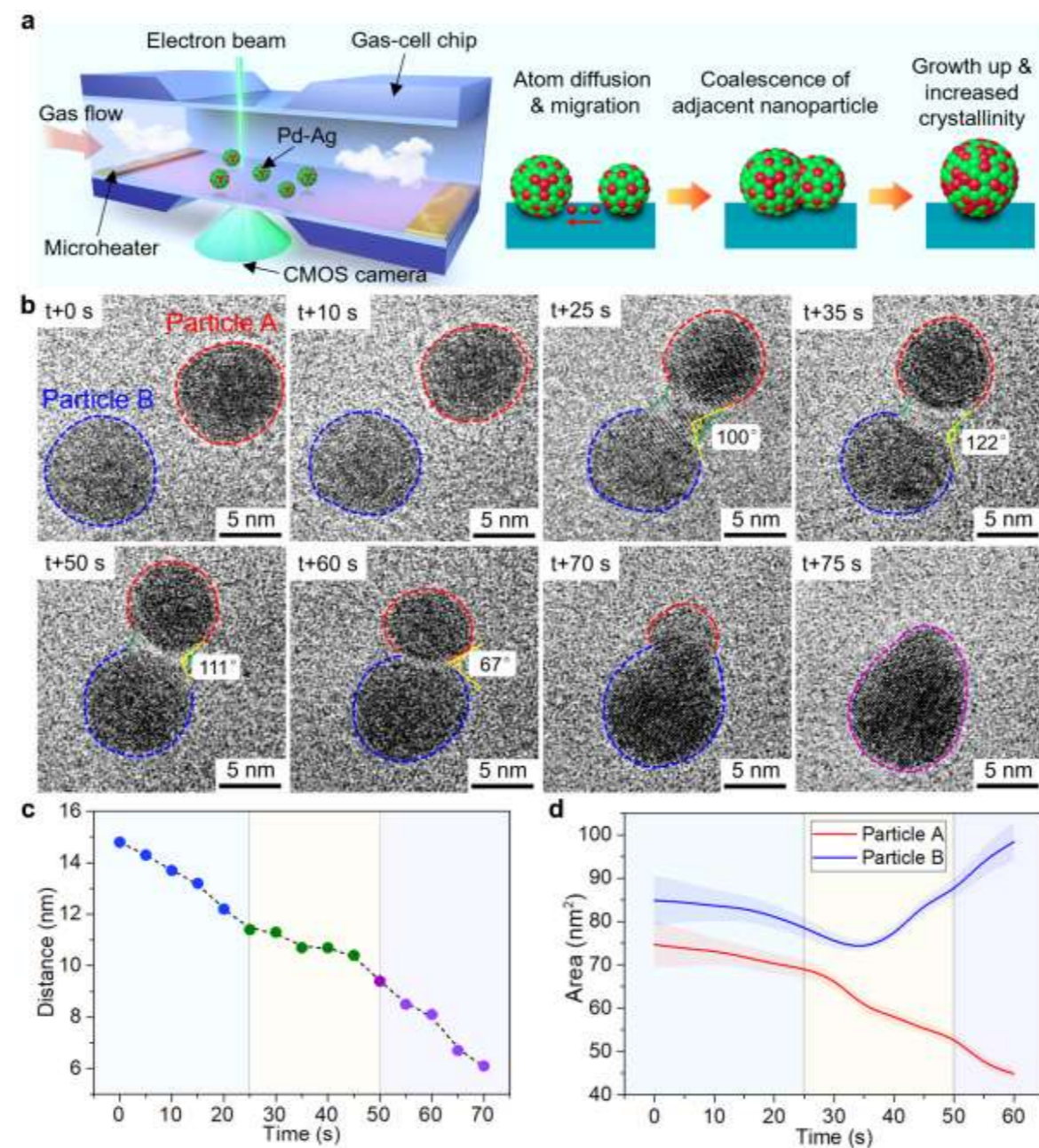


图3.原位TEM实验实时记录合金催化剂的融合过程

责任编辑：侯茜

打印



更多分享

» 上一篇： 长春光机所红光Micro-LED光电特性研究获进展

» 下一篇： 上海硅酸盐所高温压电陶瓷材料研究取得进展



扫一扫在手机打开当前页

© 1996 - 2022 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号-1 京公网安备110402500047号 网站标识码bm48000002

地址：北京市西城区三里河路52号 邮编：100864

电话：86 10 68597114（总机） 86 10 68597289（总值班室）

编辑部邮箱：casweb@cashq.ac.cn

