

公示说明材料

兹有成果《基于电镀锡泥高质化回收制备痕量级气敏响应材料研究与应用》参与申报中国分析测试协会分析测试科学奖二等奖。

成果主要完成人李建中，于凯，艾峥嵘，朱红春，李培东，柳飞。

涉及知识产权为论文 14 篇，专利 10 项。

相关说明如下：

项目简介	<p>电镀锡泥为电镀行业副产物，随着电镀锡行业的产能快速增长（以马口铁生产为例，2023 年全球累计产量为 472.93 万吨，增速为 3%），电镀锡泥污染环境、破坏生态、危害人体健康等问题越发严重，急需解决。</p> <p>本研究基于理论计算，通过技术和工艺创新，利用微量合金元素、稀土氧化物、过渡金属氧化物以及有机聚合物调节材料表面活性和能带结构，开发出以 SnO_2、S-SnO_2、$\text{SnO}_2/\text{Sn}_3\text{O}_4$ 为基础材料的三条掺杂改性路线，研制出二氧化硫、甲醛、甲烷、氨气的痕量级高灵敏气体传感器，性能指标达行业领先水平，实现了电镀锡泥绿色化、高质化回收。当前，我国气体传感器行业市场规模大，2022 年行业市场规模约为 15.87 亿元（增速约 4%），在冶金等工业生产、环境检测、医疗诊断、航空航天、食品检测、科学研究等领域具有至关重要的作用，尤其在气体痕量检测方面，意义重大；因此，基于电镀锡泥高质化回收制备气体检测用的高灵敏传感器应用前景广阔，具有巨大的社会和经济效益。</p> <p>依托项目累计发表 SCI 论文 14 篇，形成发明专利 10 项，培养研究生 13 人。2020-2022 年，技术应用企业深圳爱多科传感技术有限公司，生产的 CH_4、C_3H_8、CO、TVOC 等半导体气体传感器，年累计销售数量分别为 193、301、416 万颗，新增销售额 2849 万元，新增利润 997 万元。</p>
------	--

主要完成人情况				
位次	姓名	工作单位	完成单位	对本项目贡献
1	李建中	东北大学	东北大学	负责整个项目基础研究与应用推广
2	于凯	东北大学	东北大学	参与锡泥中 S-SnO_2 的提取及活化工序开发技术工作
3	艾峥嵘	东北大学	东北大学	参与高灵敏度锡基气敏材料改性及传感器制备工作

4	朱红春	东北大学	东北大学	参与高灵敏度锡基气敏材料改性及传感器制备工作
5	李培东	东北大学	东北大学	参与 Fe-MOF 衍生的新型 α -Fe ₂ O ₃ 传感材料的技术研发工作
6	柳飞	东北大学	东北大学	参与 Fe-MOF 衍生的新型 α -Fe ₂ O ₃ 传感材料的技术研发工作

主要知识产权目录									
序号	知识产权类别	知识产权名称	国家	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
1	发明专利权	一种基于锡泥改性制备酒精气敏材料的方法及应用	中国	ZL201810635196.X	2020年10月27日	4054265	东北大学	李建中；于慧敏；尹远洪	有效
2	发明专利权	一种镀锡工艺中锡泥负载钨的甲烷气体传感器及制备方法	中国	ZL201810440026.6	2019年12月03日	3620754	东北大学	李建中；徐浩元；付玉；尹远洪	有效
3	发明专利权	一种利用锡泥为原料制备 NiO 掺杂的 SnO ₂ 多孔纳米颗粒的方法	中国	ZL201811334467.4	2021年09月07日	4668158	东北大学	李建中；徐浩元；付玉；尹远洪	有效
4	发明专利权	一种抗有机硅中毒的双涂层甲烷气体传感器及其制备方法	中国	ZL201810156850.9	2019年06月18日	3422592	东北大学	徐浩元；李建中；尹远洪；付玉	有效
5	发明专利权	一种硫离子修饰的 SnO ₂ 基低温 SO ₂ 敏感材料及其制	中国	ZL201910571527.2	2020年09月29日	4009105	东北大学	徐浩元；李建中；付	有效

		备方法						玉；李培东	
6	发明专利权	一种 SrO 掺杂的 SnO ₂ 基 NH ₃ 敏感材料制备方法	中国	ZL 201910571667.X	2020 年 09 月 08 日	5388519	东北大学	徐浩元；李建中；梅小敏；付玉；尹远洪	有效
7	发明专利权	一种稀土元素掺杂的 SnO ₂ 基高响应 SO ₂ 敏感材料的制备方法	中国	ZL 201910575552.8	2022 年 08 月 16 日	4052222	东北大学	于慧敏；李建中；尹远洪；付玉	有效
8	发明专利权	一种基于镀锡工艺中锡泥改性制备甲醛气敏材料的方法及应用	中国	ZL 201810156861.7	2020 年 10 月 27 日	3977856	东北大学	徐浩元；李建中；付玉；李培东	有效
9	发明专利权	一种贵金属掺杂 WO ₃ 基甲醛气敏材料的制备方法及应用	中国	ZL 201710751510.6	2019 年 09 月 27 日	3541948	东北大学	于慧敏；李建中	有效
10	发明专利权	一种 Fe-MOF 衍生的 α-Fe ₂ O ₃ 丙酮气体传感器材料的制备方法	中国	ZL202211456110.X	2024 年 06 月 18 日	7116264	东北大学	李建中；柳飞；李培东；胡剑南；石俊杰；高萱雯	有效

论文
代表作

1. Peidong Li, Haoyuan Xu, Fei Liu, Junjie Shi, Xuanwen Gao, and **Jianzhong Li(通讯作者)**. Room-Temperature NH₃ Sensors Based on Polyaniline-Assembled Graphitic Carbon Nitride Nanosheets. *ACS applied nano materials*, 2023, 6(7):5145-5154(**IF-5.90**)
2. Haoyuan Xu , **Jianzhong Li(通讯作者)** , Peidong Li, Junjie Shi, Xuanwen Gao.Effect of rare earth doping on electronic and gas-sensing properties of SnO₂ nanostructures. *Journal of Alloys and Compounds*, 2022, 909, 164687 (**IF-4.65**)
3. Haoyuan Xu, **Jianzhong Li(通讯作者)**, Peidong Li, Junjie Shi, Xuanwen Gao, and Wenbin Luo.Highly Efficient SO₂ Sensing by Light-Assisted Ag/PANI/SnO₂ at Room Temperature and the Sensing Mechanism. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 2021, 13, 49194–49205 (**IF-9.1**)
4. Huimin Yu , **Jianzhong Li(通讯作者)**, Wenbin Luo, Zaiyuan Li , Yanwen Tian, Zhongdong Yang , Xuanwen Gao , Hang Liu. Hetero-structure La₂O₃-modified SnO₂-Sn₃O₄ from tin anode slime for highly sensitive and ppb-Level formaldehyde detection. *Applied Surface Science*,2020, 513(145825):1~10 (**IF-5.16**)
5. Fei Liu, **Jianzhong Li(通讯作者)**, Peidong Li, Junjie Shi, Xuanwen Gao, Haoyuan Xu. α -Fe₂O₃ derived from metal-organic frameworks as high performance sensing materials for acetone detection. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 2024, 403 (135147):1-12 (**IF-7.1**)
6. Haoyuan Xu, **Jianzhong Li(通讯作者)**, Yu Fu, Peidong Li, Wenbin Luo, and Yanwen Tian. Ag/Ag₂S Nanoparticle-Induced Sensitization of Recovered Sulfur Doped SnO₂ Nanoparticles for SO₂ Detection. *ACS Applied Nano Materials*, 2020, 3: 8075~8087 (**IF-5.06**)
7. Haoyuan Xu, **Jianzhong Li(通讯作者)**, Yu Fu, Yanwen Tian, Zhongdong Yang. Sensitized mechanism of recovered S-SnO₂ from tin sludge for CH₄ detection by increasing oxygen vacancy density as an efficient strategy. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 2019, 298 (126838):1-10 (**IF-7.1**)
8. Haoyuan Xu, **Jianzhong Li(通讯作者)**, Yu Fu, Yanwen Tian, Zhongdong Yang. Deactivation mechanism and anti-deactivation modification of SnO₂-based catalysts for methane gas sensors. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 2019, 299 (126939):10-17 (**IF-7.1**)
9. Huimin Yu, **Jianzhong Li(通讯作者)**, Yanwen Tian, Zaiyuan Li. Enhanced formaldehyde sensing performance based on Ag@WO₃ 2D nanocomposite. *Powder Technology*, 2019, 343: 1-10 (**IF-4.14**)
10. Peidong Li, **Jianzhong Li(通讯作者)**, Fei Liu, Junjie Shi, Xuanwen Gao, Haoyuan Xu. Cu-Loaded Polyaniline-Coated MoO₃ Nanowire Nanohybrids for High-Sensitivity NH₃ Sensing at Room Temperature *ACS Applied Nano Materials*, 2023, 6: 17423~17432 (**IF-5.06**)