有序介孔氧化铟/还原氧化石墨烯纳米复合物的可控合成与气敏性质

薛屏, 杨晓梅, 赖小勇*, 夏维涛, 李鹏, 房俊卓

宁夏大学化学化工学院, 能源化工重点实验室, 省部共建天然气转化国家重点实验室培育基地, 银川 750021

* 联系人, E-mail: xylai@nxu.edu.cn

国家重点基础研究发展计划(2012CB723106)、国家自然科学基金(21006116, 51362024)、宁夏自然科学基金(NZ12111, NZ14010)和中国科学院“西部之光”(宁夏)人才培养计划资助

气敏传感器在工农业生产、环境监测、医疗诊断和国防军事等领域有广泛的应用, 而气敏材料被视为发展先进气敏传感器的关键. 有序介孔金属氧化物是一类非常有应用潜力的气敏材料, 首先其规则的多孔结构和大的比表面积特性, 能有效地促进气体分子的传输扩散, 并为气体分子与材料表面发生化学相互作用提供更多的反应活性位; 更为重要的是其孔壁厚度处于纳米尺度范围, 导致介孔金属氧化物中相当大比例载流子的传输受表面化学相互作用影响, 因此对气体分子表现出较高的灵敏性, 吸引了广泛的关注. 在之前工作的基础上, 本文报道了一种超声辅助混合组装策略, 用于合成有序介孔氧化铟/还原氧化石墨烯纳米复合物(图1). 这种纳米复合材料继承了介孔氧化铟和还原氧化石

墨烯的结构特点, 形成了独特的三维分级结构, 显著增强了其气敏响应, 并且对乙醇气体表现出较高的选择性. 类似的策略也可以应用于其他有序介孔金属氧化物/还原氧化石墨烯纳米复合物的合成.

当前有序介孔金属氧化物气敏材料的研究主要集中在对材料的微结构(如孔结构、孔径、孔壁厚度、粒子尺寸)、骨架成分和表面活性等进行调控和优化, 以实现气敏性能改善. 例如, 介孔氧化铟对甲烷气体的响应随孔壁厚度减小而提高; 类似的结果也在我们研究介孔氧化铟甲醛气敏性质的工作中被发现; 同时还发现介孔氧化铟对甲醛气体的响应可以通过复合少量金属银纳米粒子而得到进一步提高. 不同于上述研究思路, 本研究提出将二维的石墨烯纳米片引入到有序介孔金

属氧化物纳米粒子之间, 形成半导体异质结, 引发介孔金属氧化物与石墨烯纳米片之间的电子转移和载流子浓度改变, 构建了新的气敏响应体系. 通过硬模板法合成了有序介孔氧化物纳米粒子、“氧化-剥离-还原”方法得到了还原氧化石墨烯纳米片, 再将二者通过超声辅助混合组装成纳米复合材料. 复合材料的气敏性质不只与介孔金属氧化物的微结构、骨架成分和表面活性有关, 也与石墨烯纳米片的尺寸、表面功能基团类型和数量以及二者的比例和复合方式等密切相关, 这允许我们基于有序介孔金属氧化物/石墨烯纳米复合物构建全新的气敏响应体系, 通过独立地调控这些基元材料的结构参数, 进一步提高其气敏性质, 获得更高效的气敏材料, 发展更为先进的气敏传感技术.

图1 合成有序介孔氧化铟/还原氧化石墨烯纳米复合物的示意图

全文见: Xue P, Yang X, Lai X, et al. Controlling synthesis and gas-sensing properties of ordered mesoporous In_2O_3 -reduced graphene oxide (rGO) nanocomposite. Sci Bull, 2015, 60: 1348–1354, doi: 10.1007/s11434-015-0852-6

<https://engine.scichina.com/doi/10.1360/CSB2015-60-31-3021-x>