

文章编号: 1000-324X(2007)02-0363-06

泡沫镍负载 TiO_2 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜的光催化性能研究

胡海, 肖文浚, 袁坚, 施建伟, 上官文峰
(上海交通大学 燃烧与环境技术研究中心, 上海 200030)

摘要: 以泡沫镍为载体, Al_2O_3 作为过渡中间层, 用溶胶-凝胶法在泡沫镍上负载锐钛矿相的 TiO_2 薄膜, 制成泡沫金属基的 TiO_2 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 光催化剂, 利用 XRD 和 FE-SEM 等测试手段对其性质进行表征, 用乙醛气体的光催化降解测试其活性. 研究表明: 泡沫镍负载的 TiO_2 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜具有良好的光催化活性, 特别是 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜具有更高的催化活性. 这是由于负载的 Al_2O_3 过渡中间层增大了载体的比表面积, 具有吸附浓缩作用, 同时也增加了负载光催化剂的活性位数量. 实验表明: $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜的光催化活性和稳定性较单一的 TiO_2 薄膜有非常显著的提高.

关键词: 光催化; 泡沫镍; $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜; 乙醛降解

中图分类号: TB303, TQ032 **文献标识码:** A

Photocatalytic Activities of TiO_2 and $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ Films Coated on Foam Nickel Substrates

HU Hai, XIAO Wen-Jun, YUAN Jian, SHI Jian-Wei, SHANGGUAN Wen-Feng

(Research Center for Combustion and Environment Technology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: Anatase TiO_2 and $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ films were successfully prepared on foam nickel substrates by sol-gel technique. The characteristics and photocatalytic activities of the TiO_2 and $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ films were investigated by XRD, FE-SEM, etc and by photocatalytic degradation reactions of gaseous acetaldehyde under ultraviolet light irradiation, respectively. The TiO_2 and $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ films coated on foam nickel substrates display a high photocatalytic activity for the degradation of acetaldehyde. Compared with the onefold TiO_2 films coated on foam nickel, the $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ films show much higher photocatalytic activities. It is confirmed that photocatalytic activities and stabilities are enhanced by coating Al_2O_3 as transition layer on foam nickel, which increase the specific surface areas of substrate surface and absorption property, resulting in increase in the photocatalytic activity.

Key words photocatalysis; foam nickel; $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ films; acetaldehyde degradation

1 引言

TiO_2 是常用的具有较高催化活性和稳定性的光催化剂^[1-3], 然而 TiO_2 粉末在悬浮体系中不易分离回收和易于团聚妨碍了其在实际中的应用. 为了解决这些问题, 人们利用磁控溅射法^[4]、化学气相沉积法^[5]和溶胶-凝胶法^[6]等制备了各种负载型的 TiO_2 粉末^[7]和薄膜^[8]光催化剂. 许多多孔

材料, 如陶瓷泡沫^[9-11]、多孔氧化铝^[12,13]、氧化硅^[14]、沸石^[15]和活性炭^[16]等被用做催化剂的载体. 与上述非金属和氧化物的催化剂载体不同, 泡沫金属材料由于其具有优异的机械性能, 以及均一的开孔结构, 显示了良好的流体力学特性, 在光催化处理水中和空气中的污染物, 特别是在处理由挥发性有机物 (VOCs) 引起的室内空气污染方面有着

收稿日期: 2006-04-03, 收到修改稿日期: 2006-07-17

基金项目: 上海市科委纳米技术专项基金 (0552nm002)

作者简介: 胡海 (1976-), 男, 博士研究生. E-mail: huhai@sjtu.edu.cn 通讯联系人: 上官文峰, 教授. E-mail: shangguan@sjtu.edu.cn

良好的应用前景. 有研究^[17,18]报道了以聚乙烯醇(PVA)做粘结剂在多孔泡沫镍上负载 TiO₂ 粉末, 对降解有机污染物显示了很好的活性, 但是由于粘结剂不稳定, 易与“光生空穴”发生反应, 与降解污染物的目标反应进行竞争, 从而影响了光催化剂的活性. 本工作以多孔泡沫镍作为载体, 以 Al₂O₃ 作为过渡中间层, 用溶胶-凝胶法负载锐钛矿相的 TiO₂ 薄膜, 以乙醛气体的光催化降解测试其活性. 研究了包括 TiO₂ 薄膜的涂覆次数和过渡中间层等制备工艺对 TiO₂ 薄膜的特征及其光催化活性的影响.

2 实验部分

2.1 材料的制备

泡沫镍片(厚度约为 1.4mm, 孔隙率 ≥95%, Ni≥99.947wt%) 使用前经过无水乙醇的超声洗涤处理, 再经蒸馏水洗涤, 室温晾干. 将铝片(Al, 3.78g)与结晶氯化铝(AlCl₃·6H₂O, 38.632g)和去离子水(H₂O, 600mL)加入冷凝回流装置中, 于 95°C 恒温回流至铝片完全反应溶解, 制得稳定、透明的 Al₂O₃ 的溶胶. 将泡沫镍在 Al₂O₃ 的溶胶中浸渍 60s 后缓缓提出、滤干, 室温干燥 12h 后, 放入烘箱中 120°C 保温 2h, 再放入马弗炉中以 550°C 保温 2h, 制得有 Al₂O₃ 过渡中间层的泡沫镍.

将钛酸四丁酯(Ti(OBu)₄, 20.42mL)和二乙醇胺(DEA, 5.76mL)加入无水乙醇(C₂H₅OH, 70.74mL)中, 在室温剧烈搅拌的条件下, 逐滴滴加去离子水(H₂O, 1.08mL)和无水乙醇(C₂H₅OH, 2.0mL)的混合液, 将此前驱体溶液搅拌 2h 后在暗处密闭静置 1 d, 得到稳定、透明的 TiO₂ 溶胶. 将空白泡沫镍以及具有 Al₂O₃ 过渡中间层的泡沫镍在 TiO₂ 溶胶中浸渍 60s 后缓缓提出、滤干, 室温干燥 12h 后, 在马弗炉中 550°C 加热 45min 形成 TiO₂ 薄膜, 分别制成泡沫镍基的 TiO₂ 和 TiO₂/Al₂O₃ 的光催化剂. 重复负载时制备条件和工艺相同.

制成一系列负载次数不同的泡沫镍基 TiO₂ 和 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜光催化剂样品, 其中负载次数不同的 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜用 A1T1、A1T2、A2T1 和 A2T2 来指代, A 表示 Al₂O₃, T 表示 TiO₂, 数字表示负载次数.

2.2 材料的表征及光催化性能的测试

材料的晶型、形貌以及比表面积分别由 XRD(Bruker, D8 ADVANCE)、FE-SEM(Philips, Sirion 200)和 BET(Quantachrome, NOVA 1000)进

行表征.

以乙醛气体的降解来测试 TiO₂ 和 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜的光催化活性. 负载了 TiO₂ 或 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜的泡沫镍圆片(面积约为 153.86cm², 即受光面积)放置在体积约为 1000cm³ 的圆柱型石英玻璃反应器底部, 注入反应器的乙醛气体的初始浓度为 100ppm, 待乙醛气体达到吸附平衡以后开始照射. 光源为紫外杀菌灯(主波长 253.7nm, 15W), 与光催化剂表面的垂直距离为 25cm, 光催化剂表面的辐射强度为 400μW·cm⁻². 乙醛和 CO₂ 气体的浓度由气相色谱仪(GC9160)测定.

3 结果和讨论

3.1 泡沫镍负载 TiO₂ 和 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜的形貌结构

图 1、2 分别是泡沫镍负载不同次数 TiO₂ 薄膜的 XRD 和 FE-SEM 图. 从图 1 可以看出, 当 TiO₂ 薄膜负载 1 次时, 除了基底镍和由于加热产生的氧化镍的衍射峰以外, 没有明显的 TiO₂ 衍射峰, 此时负载的 TiO₂ 量较少难以用 XRD 测试来表征. 当负载次数超过 2 次时, 有明显的锐钛矿 TiO₂ 晶体的衍射峰出现. 泡沫镍负载 TiO₂ 薄膜 1~3 次时, TiO₂ 的增重率分别为 5wt%、8wt% 和 12wt%. 图 2 显示了空白泡沫镍和泡沫镍负载 1 次与 2 次 TiO₂ 薄膜的形貌. 空白泡沫镍的比表面积为 0.12m²·g⁻¹, 泡沫镍负载 TiO₂ 薄膜 1 次时的比表面积为 0.7m²·g⁻¹, TiO₂ 薄膜负载 2~3 次时的比表面积约为 0.9m²·g⁻¹. 比表面积的增大对增强光催化剂的活性有着十分重大的意义.

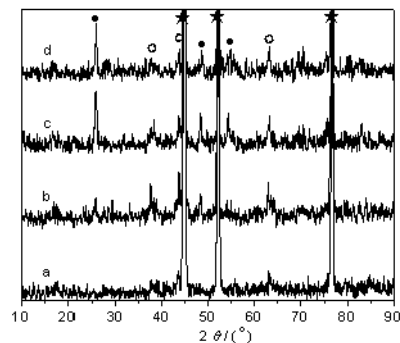


图 1 泡沫镍负载不同次数 TiO₂ 薄膜的 XRD 图
Fig. 1 XRD patterns of TiO₂ films loaded on foam nickel with various coating cycles

(a) Blank sample; (b) One coating cycle; (c) Two coating cycles; (d) Three coating cycles

● — Anatase TiO₂; ○ — NiO; ★ — Ni

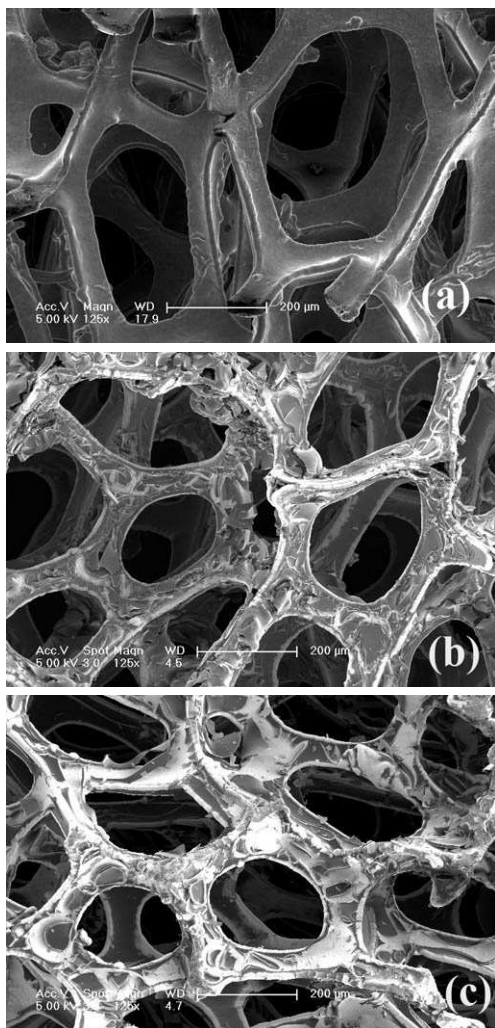


图 2 泡沫镍负载不同次数 TiO_2 薄膜的 FE-SEM 图 (a)0 次; (b)1 次; (c)2 次

Fig. 2 FE-SEM images of TiO_2 films loaded on foam nickel with (a) no coating cycle; (b) one coating cycle and (c) two coating cycles

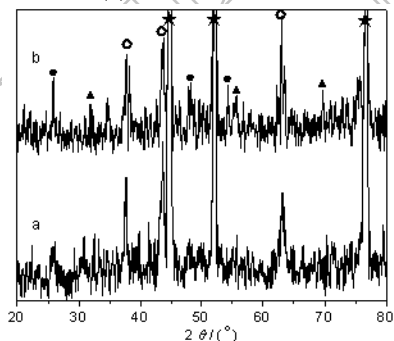


图 3 泡沫镍负载 Al_2O_3 (a) 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (b) 薄膜的 XRD 图

Fig. 3 XRD patterns of (a) Al_2O_3 films and (b) A2T2 films on foam nickel

● —Anatase TiO_2 ; ○ — NiO ; ★ — Ni ; ▲ —Spinel $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

图 3、4 分别是泡沫镍负载 2 次 Al_2O_3 过渡

中间层和在其之上又负载 2 次 TiO_2 薄膜的 XRD 和 FE-SEM 图. 从图 3 可以看出泡沫镍负载 Al_2O_3 过渡中间层后, 由于负载的 Al_2O_3 量较少, 只有非常微小的尖晶石 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 晶体的衍射峰出现, 当在过渡中间层上又负载 2 次 TiO_2 薄膜后, 有明显的锐钛矿 TiO_2 晶体的衍射峰出现. 从图 4 可以看出, 泡沫镍负载 Al_2O_3 过渡中间层后, 在泡沫镍表面有不均匀的 Al_2O_3 薄膜, 原先光滑的表面也由于加热生成鳞片状的氧化镍. 在过渡中间层上又负载了不连续的片状 TiO_2 薄膜. 泡沫镍负载 A2T2 薄膜时, TiO_2 的增重率 9.4wt%, 比表面积为 $2.5\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$.

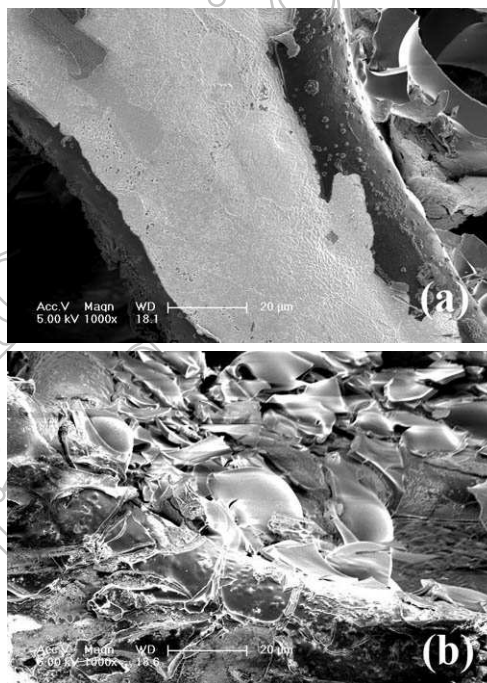


图 4 泡沫镍负载 Al_2O_3 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜的 FE-SEM 图: (a) 泡沫镍负载 Al_2O_3 ; (b) 泡沫镍负载 A2T2

Fig. 4 FE-SEM images of (a) Al_2O_3 films and (b) A2T2 films loaded on foam nickel

3.2 泡沫镍负载 TiO_2 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜的光催化性能

3.2.1 泡沫镍负载 TiO_2 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜对乙醛气体的吸附

如图 5、6 所示, 泡沫镍负载 TiO_2 、特别是 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜, 对乙醛气体有很强烈的吸附, 在乙醛气体注入反应器 (初始浓度为 100ppm)90min 后, 基本达到了吸附平衡, 这时反应器中气态乙醛的浓度分别约为 70ppm(TiO_2 薄膜)和 25ppm($\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜). 可见, 泡沫镍负载 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜对乙醛的吸附能力远远大于 TiO_2 薄膜.

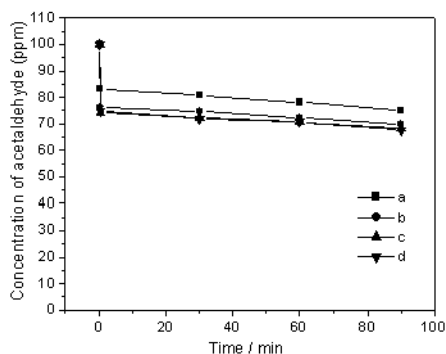


图 5 TiO_2 薄膜吸附引起的反应器中乙醛气体浓度的变化

Fig. 5 Time course of concentration of gaseous acetaldehyde by adsorption on TiO_2 films coated on foam nickel with various coating cycles

(a) No TiO_2 coating; (b) One coating cycle; (c) Two coating cycles; (d) Three coating cycles

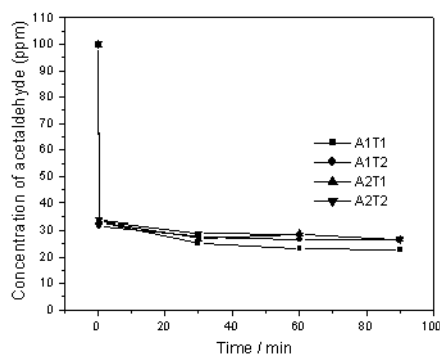


图 6 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜吸附引起的反应器中乙醛气体浓度的变化

Fig. 6 Time course of concentration of gaseous acetaldehyde by adsorption on various $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ films coated on foam nickel

3.2.2 泡沫镍负载 TiO_2 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜对乙醛气体的光催化降解

对比试验证明, 在没有光催化剂或无光照 (乙醛达到吸附平衡以后) 的条件下, 乙醛的浓度并没有变化. 图 7 显示了泡沫镍负载 TiO_2 薄膜的光催化活性随着 TiO_2 薄膜的负载次数的增加而提高. TiO_2 薄膜负载次数为 2 次时, 光催化活性较负载 1 次时有较大提高. TiO_2 薄膜负载次数超过 2 次后其光催化活性相差不大, 所以 TiO_2 薄膜的最佳负载次数为 2 次. 这与前面所测得的比表面积的情况相当吻合. 开始光照后乙醛的去除率迅速上升, 乙醛的降解率在 6h 内可以达到 85% 左右.

图 8 表明, 泡沫镍负载 A2T2 薄膜的光催化活性与未负载 Al_2O_3 过渡中间层的 TiO_2 薄膜相比有非常显著的提高. 开始光照后乙醛的去除率迅速上升, 光照 30min 后乙醛的去除率可达 75% 左右, 照

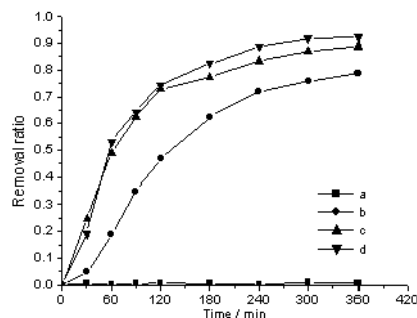


图 7 泡沫镍负载不同次数 TiO_2 薄膜对乙醛的降解率

Fig. 7 Gaseous acetaldehyde degradation rates of TiO_2 films coated for various cycles on foam nickel

(a) No coating cycle; (b) One coating cycle; (c) Two coating cycles; (d) Three coating cycles

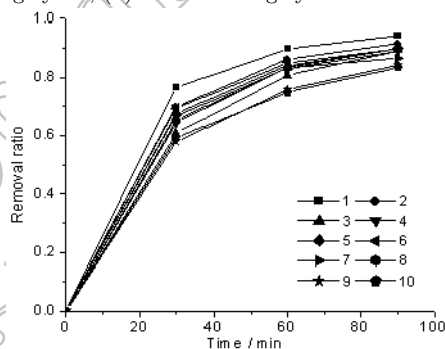


图 8 泡沫镍负载 A2T2 薄膜对乙醛降解率的连续 10 次试验

Fig. 8 Consecutive reactions (10 times) of gaseous acetaldehyde degradation rates on A2T2 films coated on foam nickel

射 90min 后乙醛的去除率即达到 90% 以上. 而且经过连续 10 次试验, A2T2 薄膜的光催化活性并未显著降低, 在光照 90min 后乙醛的去除率仍然可达到 80% 左右, 其光催化稳定性远远高于未负载 Al_2O_3 过渡中间层的 TiO_2 薄膜.

对比泡沫镍负载 TiO_2 和 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜的吸附 (图 5、6) 和光催化降解 (图 7、8) 的结果, 可以发现光催化剂及其载体对乙醛的吸附对光催化降解效率有非常积极的影响, $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 对乙醛气体的吸附能力远远超过了 TiO_2 薄膜, 其光催化活性也高于 TiO_2 薄膜. 有研究^[19,20]也报道了气态丙醛的光催化降解, 其中吸附剂的使用对反应速率有很大的影响. 光催化反应通常发生在光催化剂表面或附近, 而且光生电子和空穴的复合非常迅速, 所以光催化剂及其载体对污染物的预吸附和吸附可以增加光催化剂表面附近物质迁移流动的浓度, 在光催化反应进行时, 能够有效地利用 TiO_2 产生并

迁移到界面的电子-空穴对和吸附在 TiO₂ 表面的水和氧气所产生的强氧化性基团^[21,22]. 由于 Al₂O₃ 过渡中间层对乙醛的吸附, 在 TiO₂ 光催化剂表面和附近形成了乙醛气体浓度较高的环境, 有利于光催化反应的进行; 而且泡沫镍负载 Al₂O₃ 过渡中间层也可以增大 TiO₂ 薄膜比表面积, 增加光催化活性点的数量, 使 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜的光催化活性和稳定性有非常显著的提高.

3.2.3 泡沫镍负载 TiO₂ 和 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜光催化剂的失活和再生

为了评价泡沫镍负载 TiO₂ 和 A2T2 薄膜光催化活性的稳定性, 进行了相同条件下连续的乙醛光催化降解试验. 如图 9 所示: 泡沫镍负载 TiO₂ 薄膜的光催化活性随着试验的次数增加逐渐降低, 然而将 TiO₂ 薄膜在 300°C 加热 1h 后, 其光催化活性能够完全恢复. 又如图 10 所示: 将连续进行了 10 次光催化降解乙醛实验的泡沫镍负载 A2T2 薄膜在 300°C 加热 1h 后, 其光催化活性也可以完全恢复.

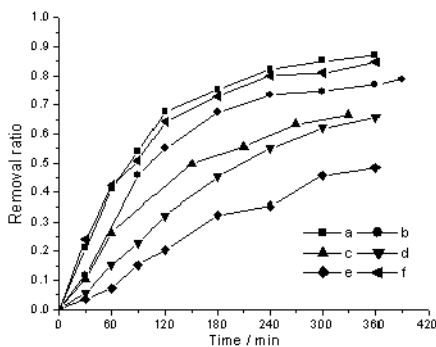


图 9 泡沫镍负载 2 次 TiO₂ 薄膜对乙醛的降解率的连续试验

Fig. 9 Gaseous acetaldehyde degradation rates of TiO₂ films coated for two cycles on foam nickel (a) 1st run; (b) 2nd run; (c) 3rd run; (d) 4th run; (e) 5th run; (f) by heating at 300°C for 1h after 5 consecutive runs

Sopyan 和 Fujishima^[23] 等人在研究乙醛的光催化降解机理中提出: 当紫外光 ($\lambda < 380\text{nm}$) 照射到 TiO₂ 半导体后, 电子由 TiO₂ 的价带 (VB) 跃迁到导带 (CB), 同时在价带产生空穴, 迁移到半导体表面的电子-空穴对在不同的活性点与被吸附的氧气和水分子发生氧化还原反应, 分别生成负氧离子 (O₂•⁻) 和羟基自由基 (•OH). 负氧离子和羟基自由基再与乙醛分子发生反应生成乙酸等中间产物, 再进一步反应生成二氧化碳和水. 所以在光催化降解乙醛的过程中, 由于反应物以及中间产物吸附占据了氧气和水分子在活性点上的吸附位, 减少了负

氧离子和羟基自由基的生成量; 而且被吸附的反应物以及中间产物, 即使接受了电子-空穴对也不能被立即氧化还原, 或者形成能够有效进行氧化还原反应的强氧化性基团, 从而影响了光催化反应的发生. 反应活性点逐渐被吸附占据, 导致了光催化剂逐渐失活. 由于泡沫镍负载 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜的反应活性点数量远远大于 TiO₂ 薄膜, 在上述相同的试验条件下, 其反应活性点随着反应时间被吸附占据的比率远远小于 TiO₂ 薄膜, 所以 TiO₂/Al₂O₃ 薄膜光催化剂失活较慢, 显示了较好的稳定性. 因为加热处理能够使被吸附的反应物和中间产物脱附, 所以经过加热处理以后光催化剂的活性便得以恢复.

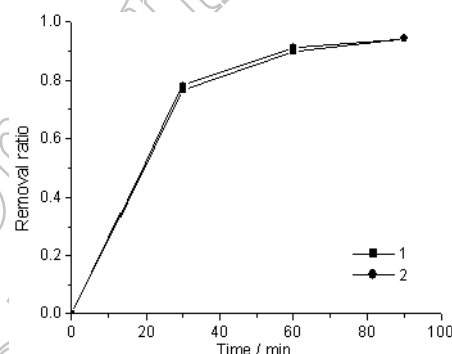


图 10 A2T2 薄膜的活性恢复试验

Fig. 10 Gaseous acetaldehyde degradation rates of A2T2 films coated on foam nickel (1) 1st run; (2) By heating at 300°C for 1h after 10 consecutive runs

4 结论

泡沫镍负载 TiO₂ 薄膜显示了良好的光催化活性, 而且重复负载 TiO₂ 可以增加 TiO₂ 的负载量和光催化剂的比表面积, 增加光催化反应活性点的数量, 使光催化活性得到提高, 特别是添加了 Al₂O₃ 为过渡中间层以后, TiO₂/Al₂O₃ 薄膜对乙醛气体的吸附能力大大增加, 提高了 TiO₂ 表面附近的乙醛浓度, 从而加速了光催化反应的进行. 由于泡沫镍负载 Al₂O₃ 过渡中间层提高了 TiO₂ 薄膜比表面积, 增加了光催化活性点的数量, TiO₂/Al₂O₃ 光催化剂有更高的活性和稳定性.

参考文献

- [1] Hoffmann M R, Martin S T, Choi W, *et al.* *Chem. Rev.*, 1995, **95**: 69-96.
- [2] 罗仲宽, 宋力昕, 蔡弘华, 等 (LUO Zhong-Kuan, *et al.*) 无机材料学报 (*Journal of Inorganic Materials*), 2006, **21** (1):

- 145-150.
- [3] Tryk D A, Fujishima A, Honda K. *Electrochim. Acta*, 2000, **45**: 2363-2376.
- [4] Sproul W D, Graham M E, Rudnik P J, et al. *Surf. Coat. Tech.*, 1997, **89**: 10-15.
- [5] Zhang Q M, Griffin G L. *Thin Solid Films*, 1995, **263**: 65-71.
- [6] Yu J G, Zhao X J, Zhao Q N. *Thin Solid Films*, 2000, **379**: 7-14.
- [7] Yu C J, Yu J G, Zhang L Z, et al. *J. Photoch. Photobio. A: Chem*, 2002, **148**: 263-271.
- [8] 张剑平, 孙召梅, 施利毅, 等 (ZHANG Jian-Ping, et al). 无机材料学报 (Journal of Inorganic Materials), 2005, **20** (5): 1243-1249.
- [9] Richardson J T, Garrait M, Hung J K. *Appl. Catal. A-Gen.*, 2003, **2550**: 69-82.
- [10] Peng Y, Richardson J T. *Appl. Catal. A-Gen.*, 2004, **2660**: 235-244.
- [11] Buciuman F C, Czarnetzki B K. *Catal. Today*, 2001, **69**: 337-342.
- [12] Hwang K S, Zhu H Y, Lu G Q. *Catal. Today*, 2001, **68**: 183-190.
- [13] Zhe D, H Xijun, Po L, et al. *Catal. Today*, 2001, **68**: 173-182.
- [14] Molina A I, Robles J M, García P B. *J. Catal.* 2004, **225**: 479-488.
- [15] Atienzar P, Corma A, Garcia H, et al. *Chem. Mater.* 2004, **16**: 982-987.
- [16] 李佑稷, 李效东, 李君文, 等 (LI You-Ji, et al). 无机材料学报 (Journal of Inorganic Materials), 2005, **20** (2): 291-298.
- [17] Leng W H, Liu H, Cheng S A, et al. *J. Photoch. Photobio. A: Chem*, 2000, **131**: 125-132.
- [18] Liu H, Cheng S A, Zhang J Q, et al. *Chemosphere*, 1999, **38** (2): 283-292.
- [19] Takeda N, Torimoto T, Sampath S, et al. *J. Phys. Chem.*, 1995, **99** (24): 9986-9991.
- [20] Takeda N, Ohtani M, Torimoto T, et al. *J. Phys. Chem. B*, 1997, **101**: 2644-2649.
- [21] Uchida H, Itoh S, Yoneyama H. *Chem. Lett.* 1993. 1995-1998.
- [22] Torimoto T, Ito S, Kuwabata S, et al. *Environ. Sci. Technol.* 1996, **30**: 1275-1281.
- [23] Sopyan I, Watanabe M, Fujishima A, et al. *J. Photoch. Photobio. A: Chem*, 1996, **98**: 79-86.

《无机材料学报》第四届编辑委员会

名誉主编: 严东生

主 编: 郭景坤

副主编: 施尔畏 丁传贤 江东亮 罗宏杰

执行主编: 陈立东

编 委: 常 江 陈初升 陈创天 陈立东 陈延峰 丁传贤 董绍明
 傅正义 干福熹 高 濂 高瑞平 郭景坤 胡文彬 季振国
 江 莞 江东亮 蒋民华 雷明凯 李贺军 李盛涛 李世普
 李效民 李星国 李永祥 刘昌胜 卢冠忠 吕文中 罗 澜
 罗豪甦 罗宏杰 潘 伟 潘庆谊 曲选辉 施尔畏 施剑林
 宋力昕 唐致远 王应德 王迎军 温兆银 闻立时 吴以成
 肖汉宁 徐 军 徐家跃 严东生 杨启华 姚 熹 殷庆瑞
 张 群 张久兴 张孝彬 赵见高 周大利 周志刚

特邀编委: 程一兵 金 平 李廷凯 沈志坚 曾开阳