

S 掺杂 S-TiO₂/SiO₂ 可见光响应光催化剂的制备及性能

陈孝云^{1,*}, 陆东芳², 林淑芳¹

¹福建农林大学材料工程学院, 福建福州 350002; ²福建农林大学园林学院, 福建福州 350002

CHEN Xiaoyun^{1,*}, LU Dongfang², LIN Shufang¹

¹College of Material Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China; ²College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China

- 摘要
- 参考文献
- 相关文章

Download: PDF (950KB) HTML (1KB) Export: BibTeX or EndNote (RIS) Supporting Info

摘要 以四氯化钛为钛源, 硫酸为硫源, 采用液相水解-沉淀法制备了 S 掺杂的 TiO₂/SiO₂ (S-TiO₂/SiO₂) 催化剂, 并以苯酚为模型物, 考察了催化剂在可见光区、紫外光区和太阳光下的光催化活性, 以及催化剂的使用寿命和分离性能. 采用 X 射线光电子能谱、傅里叶变换红外光谱、紫外-可见漫反射光谱、X 射线衍射、透射电镜及 N₂ 吸附-脱附等技术对催化剂进行了表征. 结果表明, S 以+6 价形式进入 TiO₂ 体相并置换晶格中的 Ti⁴⁺, 适量 S 掺杂的 S-TiO₂/SiO₂ 在紫外光区、可见光区和太阳光下均表现出较高的光催化活性. SiO₂ 与 TiO₂ 界面间有 Ti-O-Si 键形成, 结合牢固. S 掺杂在 TiO₂ 表面生成 Ti-O-S 键, 形成新的能级结构, 使光催化剂在 450~550 nm 产生吸收, 诱发 TiO₂ 可见光催化活性; 同时提高了 TiO₂ 表面羟基数量. SiO₂ 的加入可减小 TiO₂ 颗粒的平均尺寸, 增大催化剂的比表面积, 改善催化剂的分离性能, 提高催化剂的使用寿命.

关键词: 二氧化钛 二氧化硅 硫掺杂 可见光 光催化

Abstract: S-doped visible-light response S-TiO₂/SiO₂ photocatalyst samples were prepared by a hydrolysis-precipitation method. The photocatalytic activity was investigated by the degradation of phenol. The separability of S-TiO₂/SiO₂ was determined by sedimentation. X-ray photoelectron spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy, UV-Vis diffuse reflectance spectroscopy, X-ray diffraction, transmission electron microscopy, and N₂ adsorption-desorption were used for catalyst characterization. The results showed that cationic S⁶⁺ was incorporated into TiO₂ lattice and substituted part of Ti⁴⁺. S-TiO₂/SiO₂ with suitable S-doping exhibited higher activity under ultraviolet light, visible light, and solar irradiation. S-TiO₂/SiO₂ exhibited better decanting ability and less deactivation. Doped-S can form a new bond of Ti-O-S above the valence band of TiO₂ to extend the adsorption edge to 450-550 nm, and can increase amount of surface OH⁻ of TiO₂. The addition of SiO₂ can form a new bond of Ti-O-Si, beneficial to the high dispersion, and larger surface area of S-TiO₂/SiO₂.

Keywords: titania, silica, sulfur-doping, visible light, photocatalysis

收稿日期: 2011-11-22; 出版日期: 2012-03-01

引用本文:
陈孝云, 陆东芳, 林淑芳. S 掺杂 S-TiO₂/SiO₂ 可见光响应光催化剂的制备及性能[J]. 催化学报, 2012, V33(6): 993-999

CHEN Xiao-Yun, LU Dong-Fang, LIN Shu-Fang. Preparation and Properties of Sulfur-Doped Visible-Light Response S-TiO₂/SiO₂ Photocatalyst[J]. Chinese Journal of Catalysis, 2012, V33(6): 993-999

链接本文:
<http://www.chxb.cn/CN/10.3724/SP.J.1088.2012.11127> 或 <http://www.chxb.cn/CN/Y2012/V33/I6/993>

[1] Higashimoto S, Tanihata W, Nakagawa Y, Azuma M, Ohue H, Sakata Y. Appl Catal A, 2008, 340: 98 

[2] Zheng W J, Liu X D, Yan Zh Y, Zhu L J. ACS Nano, 2009, 3: 115 

[3] Paramasivam I, Macak J M, Selvam T, Schmuki P. Electrochim Acta, 2008, 54: 643 

[4] 陈孝云, 陈星, 洪时伟, 陈筱, 黄彪. 催化学报 (Chen X Y, Chen X, Hong Sh W, Chen X, Huang B. Chin J Catal), 2011, 32: 1762

[5] Zhang Z Zh, Wang X X, Long J L, Gu Q, Ding Zh X, Fu X Zh. J Catal, 2010, 276: 201 

[6] Wang Y, Feng C X, Zhang M, Yang J J, Zhang Zh J. Appl Catal B, 2010, 100: 84 

[7] Putta T, Lu M Ch, Anotai J. J Environ Manag, 2011, 92: 2272 

[8] Hu Sh Zh, Wang A J, Li X, Löwe H. J Phys Chem Solids, 2010, 71: 156 

[9] Kim S H, Lee S K. J Photochem Photobiol A, 2009, 203: 145 

Service

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ Email Alert
- ▶ RSS

作者相关文章

- ▶ 陈孝云
- ▶ 陆东芳
- ▶ 林淑芳

- [10] Asahi R, Morikawa T, Ohwaki T, Aoki K, Taga Y. Science, 2001, 293: 269 [crossref](#)
- [11] Burda C, Lou Y B, Chen X B, Samia A C S, Stout J, Gole J L. Nano Lett, 2003, 3: 1049 [crossref](#)
- [12] Sato S, Nakamura R, Abe S. Appl Catal A, 2005, 284: 131 [crossref](#)
- [13] 刘守新, 陈孝云, 陈曦. 催化学报 (Liu Sh X, Chen X Y, Chen X. Chin J Catal), 2006, 27: 697 [crossref](#)
- [14] Rockafellow E M, Stewart L K, Jenks W S. Appl Catal B, 2009, 91: 554 [crossref](#)
- [15] Cantau C, Pigot T, Dupin J C, Lacombe S. J Photochem Photobiol A, 2010, 216: 201 [crossref](#)
- [16] 陈艳敏, 钟晶, 陈锋, 张金龙. 催化学报 (Chen Y M, Zhong J, Chen F, Zhang J L. Chin J Catal), 2010, 31: 120
- [17] 唐玉朝, 黄显怀, 俞汉青, 胡春. 化学进展 (Tang Y Ch, Huang X H, Yu H Q, Hu Ch. Chem Progr), 2007, 19: 225
- [18] Li D, Haneda H, Labhsetwar N K, Hishita S, Ohashi N. Chem Phys Lett, 2005, 401: 579 [crossref](#)
- [19] Sato S. Chem Phys Lett, 1986, 123: 126 [crossref](#)
- [20] Saha N C, Tompkins H G. J Appl Phys, 1992, 72: 3072 [crossref](#)
- [21] 陈孝云, 刘守新, 张显权. 无机材料学报 (Chen X Y, Liu Sh X, Zhang X Q. J Inorg Mater), 2008, 23: 464 [crossref](#)
- [22] Hou Y D, Wang X C, Wu L, Chen X F, Ding Z X, Wang X X, Fu X Z. Chemosphere, 2008, 72: 414 [crossref](#)
- [23] Torimoto T, Okawa Y, Takeda N, Yoneyama H. J Photochem Photobiol A, 1997, 103: 153 [crossref](#)
- [24] Ao C H, Lee S C. Appl Catal B, 2003, 44: 191 [crossref](#)
- [25] 陈孝云, 刘守新, 陈曦, 孙承林. 物理化学学报 (Chen X Y, Liu Sh X, Chen X, Sun Ch L. Acta Phys-Chim Sin), 2006, 22: 517
- [26] Lee D-K, Kim S-C, Cho I-C, Kim S-J, Kim S-W. Sep Purif Technol, 2004, 34: 59 [crossref](#)
- [27] 李佑稷, 李效东, 李君文, 尹静, 冯春祥. 无机材料学报 (Li Y J, Li X D, Li J W, Yin J, Feng Ch X. J Inorg Mater), 2005, 20: 291
- [28] Tryba B, Morawski AW, Inagaki M. Appl Catal B, 2003, 46: 203 [crossref](#)
- [29] 陈孝云, 刘守新, 陈曦. 应用化学 (Chen X Y, Liu Sh X, Chen X. Chin J Appl Chem), 2006, 23: 1218
- [30] Kim C, Choi M, Jang J. Catal Commun, 2010, 11: 378 [crossref](#)
- [31] Li X K, Yue B, Ye J H. Appl Catal A, 2010, 390: 195 [crossref](#)
- [32] 陈孝云, 陆东芳, 张淑惠, 黄碧珠. 无机化学学报 (Chen X Y, Lu D F, Zhang Sh H, Huang B Zh. Chin J Inorg Chem), 2012, 28: 307
- [33] Ohno T, Akiyoshi M, Umebayashi T, Asai K, Mitsui T, Matsumura M. Appl Catal A, 2004, 265: 115 [crossref](#)
- [34] 王永强, 于秀娟, 杨红芬, 明琪, 孙德智. 无机化学学报 (Wang Y Q, Yu X J, Yang H F, Ming Q, Sun D Zh. Chin J Inorg Chem), 2006, 22: 771
- [35] Hoffmann M R, Martin S T, Choi W Y, Bahnemann D W. Chem Rev, 1995, 95: 69 [crossref](#)
- [36] 刘亚琴, 徐耀, 李志杰, 张秀萍, 吴东, 孙予罕. 化学学报 (Liu Y Q, Xu Y, Li Zh J, Zhang X P, Wu D, Sun Y H. Acta Chim Sin), 2006, 64: 453
- [37] 黄浪欢, 陈彩选, 刘应亮. 催化学报 (Huang L H, Chen C X, Liu Y L. Chin J Catal), 2006, 27: 1101
- [38] Zhang X, Zhang F, Chan K Y. Appl Catal A, 2005, 284: 193 [crossref](#)
- [39] 陈孝云, 刘守新. 物理化学学报 (Chen X Y, Liu Sh X. Acta Phys-Chim Sin), 2007, 23: 701
- [40] Han C, Pelaez M, Likodimos V, Kontos A G, Falaras P, O' Shea K, Dionysiou D D. Appl Catal B, 2011, 107: 77 [crossref](#)
- [41] Nam S H, Kim T K, Boo J H. Catal Today, in press
- [42] Cui Y, Du H, Wen L Sh. Solid State Commun, 2009, 149: 634 [crossref](#)
- [43] Khan S U M, Al-Shahry M, Ingter W B. Science, 2002, 297: 2243 [crossref](#)
- [44] Benesi H A. J Phys Chem, 1957, 61: 970 [crossref](#)
- [45] Choi E H, Hong S I, Moon D J. Catal Lett, 2008, 123: 84 [crossref](#)
- [46] Choi H, Sofranko A C, Dionysiou D D. Adv Funct Mater, 2006, 16: 1067 [crossref](#)
- [47] Zhang Zh B, Wang Ch Ch, Zakaria R, Ying J Y. J Phys Chem B, 1998, 102: 10871 [crossref](#)
- [1] 许蕾蕾, 倪磊, 施伟东, 官建国. 可分散的 $\text{In}_2\text{O}_3/\text{Ta}_2\text{O}_5$ 复合光催化剂的制备及其光催化制氢性能[J]. 催化学报, 2012,33(7): 1101-1108
- [2] 聂龙辉, 黄征青, 徐洪涛, 张旺喜, 杨柏蕊, 方磊, 李帅华. $\text{Ag}@\text{AgBr}$ 光催化剂的制备及其可见光催化降解亚甲基蓝反应性能[J]. 催化学报, 2012,33(7): 1209-1216
- [3] 张慧丽, 任丽会, 陆安慧, 李文翠. $\text{Au}/\text{CeO}_2/\text{SiO}_2$ 催化CO低温氧化反应过程中 CeO_2 的作用[J]. 催化学报, 2012,33(7): 1125-1132
- [4] 张跃, 孙薇, 石雷, 孙琪. ZnO 或 K_2O 助剂对 $\text{Cu}/\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 催化剂上丙三醇和苯胺气相催化合成 3-甲基吡啶反应的促进作用[J]. 催化学报, 2012,33(6): 1055-1060

- [5] 廖兰, 黄彩霞, 陈劲松, 吴月婷, 韩志钟, 潘海波, 沈水发. 高比表面积 CuPc/TiO₂ 纳米管复合材料的制备及其可见光光催化活性[J]. 催化学报, 2012,33(6): 1048-1054
- [6] 周强, 苑宝玲, 许东兴, 付明来. CdS/TiO₂ 纳米管可见光催化剂的制备、表征及光催化活性[J]. 催化学报, 2012,33(5): 850-856
- [7] 杨新丽, 张成军, 戴维林, 刘建平, 韦梅生. 硅胶负载的亚胺环钨催化剂的制备、表征及催化性能[J]. 催化学报, 2012,33(5): 878-884
- [8] 吴德智, 范希梅, 代佳, 刘花蓉, 刘红, 张冯章. 硫化亚铜/四针状氧化锌晶须纳米复合材料的制备及其光催化性能[J]. 催化学报, 2012,33(5): 802-807
- [9] 赵慧敏, 苏芳, 范新飞, 于洪涛, 吴丹, 全燮. 石墨烯-二氧化钛复合催化剂对光催化性能的提高[J]. 催化学报, 2012,33(5): 777-782
- [10] 王卫, 陆春华, 苏明星, 倪亚茹, 许仲祥. N 掺杂富含 (001) 晶面 TiO₂ 纳米片的制备及 N 掺杂浓度对可见光催化活性的影响[J]. 催化学报, 2012,33(4): 629-636
- [11] 陈亮, 沈俭一. 间苯二酚-甲醛树脂凝胶对 Co/SiO₂ 催化剂费-托性能的影响[J]. 催化学报, 2012,33(4): 621-628
- [12] 杨祝红, 李力成, 王艳芳, 刘金龙, 冯新, 陆小华. 磷化镍/介孔 TiO₂ 催化剂的制备及其催化加氢脱硫性能[J]. 催化学报, 2012,33(3): 508-517
- [13] 景明俊, 王岩, 钱俊杰, 张敏, 杨建军. 水热法制备铂掺杂二氧化钛及其可见光催化性能[J]. 催化学报, 2012,33(3): 550-556
- [14] 曹婷, 孙立婷, 石玉, 华丽, 张然, 郭立, 朱闻闻, 侯震山. 无机氧化物载体对催化 CO₂ 与环氧化合物合成环状碳酸酯的促进作用[J]. 催化学报, 2012,33(3): 416-424
- [15] 张岩, 黄翠英, 王俊芳, 孙琪, 王长生. Ti/SiO₂ 催化 H₂O₂ 氧化苯甲醇制苯甲醛反应机理的理论研究[J]. 催化学报, 2012,33(2): 360-366