

一种制备稳定高效光致发光氧化多孔硅的新方法

李洪亮¹, 翟江², 万勇³, 郭培志¹, 于建强¹, 赵修松¹

(1. 青岛大学纤维新材料与现代纺织实验室; 国家重点实验室培育基地; 青岛大学化学化工与环境学院, 山东 青岛 266071;

2. 潍坊教育学院 化学工程系, 山东 青州 262500 3. 青岛大学 物理学院, 山东 青岛 266071)

摘要: 对比研究了经 20% 的硝酸、浓硫酸, 以及半导体工业中用于氧化清洗单晶硅表面的 SC-1 (1:1:5 体积比, $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, 也称 RCA-1) 和 SC-2 (1:1:6 的 $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, 也称 RCA-2) 氧化液氧化的多孔硅表面组成以及光致发光性质的差异。发现 SC-1 氧化液能在几十秒的时间内将多孔硅表面的 SiH_x ($x=1\sim 3$) 氧化掉, 形成稳定的氧化层, 得到具有较强的光致发光性能的氧化多孔硅。而硝酸、浓硫酸和 SC-2 液在相同温度下处理 10 min 的多孔硅表面的 $(\text{O})_x\text{SiH}_y$ 振动峰仍很明显, 前两者处理后的多孔硅发光强度很弱, SC-1 处理后的样品虽然发光较强, 但不稳定。结合 SC-1 的组成和多孔硅表面 SiH_x 的性质, 对反应结果进行了解释。将 SC-1 和 SC-2 结合使用, 所得的氧化多孔硅具有强的且稳定的光致发光特性。

关键词: 多孔硅; 光致发光; SC-1 溶液; 化学氧化

中图分类号: O472.3 O482.31

PACC: 7855

文献标识码: A

1 引言

多孔硅 (PS) 常温下光致发光的发现, 使得实现全硅光电集成成为可能^[1]。发光多孔硅有望在光电子器件, 平面显示器等方面得以应用^[2~5]。新鲜制备的多孔硅用 SiH_x ($x=1\sim 3$) 钝化表面, 这种表面钝化多孔硅产生的光致发光 (PL) 对与它接触的许多物质, 像有机染料分子^[6]、有机溶剂分子^[7]等有敏感性, 为多孔硅在化学传感器方

该结构中的 x 和 y 随氧化程度的不同而有差异。另外, 该结构在空气中放置, 还会进一步发生变化, 由此会引起多孔硅 PL 的不稳定, 不利于多孔硅 PL 性质的利用。通过热氧化使多孔硅表面组成稳定需要加热到较高的温度或需要较长的时间, 有些类型的发光多孔硅经热处理后 PL 强度会减弱。化学氧化也是多孔硅氧化常用的方法之一, 从文献介绍的方法看, 主要是以氧化性的酸, 如稀硝酸^[13]、浓硫酸^[14]等为主, 也有直接用水煮

硅在实际应用中的一个很大的障碍。虽然多孔硅经热氧化后发光稳定性会提高或出现新的发光峰^[10~11], 但有些发光较弱的样品在空气中热氧化后发光并不增强。而且, 由于新鲜制备多孔硅氧化过程中, 容易发生 SiH_x 的背插入反应, 即首先氧化内部的 Si-Si 键^[12], 所以一般的氧化条件下得到的多孔硅表面总会有 $(\text{O})_x\text{SiH}_y$ 结构生成,

剂相比, SC-1 可以在很短的时间内去除多孔硅表面的 SiH_x , 形成较好的氧化层。而先经 SC-1 氧化, 再在 SC-2 中处理的多孔硅具有稳定且较强的光致发光。在相同的温度下, 氧化性酸和 SC-2 对多孔硅的氧化首先发生的是 SiH_x 背后的 Si-Si 键的插入反应, 在较长时间的氧化后仍有 $(\text{O})_x\text{SiH}_y$ 组成存在, 而这种表面组成还可以被

收稿日期: 2007-09-27; 修订日期: 2007-10-18

基金项目: 国家自然科学基金 (50602028); 青岛大学引进人才启动基金 (06300504); 山东省高教访学基金 (20081001) 资助项目

作者简介: 李洪亮 (1971-), 男, 山东人, 博士, 主要从事无机功能材料的制备和性能的研究。

Email: hlh1971@hotmail.com, Tel: (0532) 80806109

SC-1进一步的氧化,结合新鲜制备多孔硅表面组成特征对这种反应性进行了解释。为了对比,也给出了空气中两个温度下热氧化的部分结果。另外,从研究氧化多孔硅发光起源角度讲,成分简单的表面氧化物有利于分析发光性质与组成之间的关系,对深入理解仍有很大争议的多孔硅发光起源问题会有所帮助。

2 实 验

2.1 试剂与仪器

实验中用的乙醇、硝酸、硫酸、双氧水、氨水、盐酸等均为分析纯;氢氟酸为优级纯,实验用水为去离子水。多孔硅的制备在自制的聚四氟乙烯装置中进行。红外光谱在 Nicolet 公司的 Magina-550 红外光谱仪上测得,分辨率为 4 cm^{-1} 。光致发光光谱在 Hitachi 公司的 FL-4500 荧光光谱仪上测得,狭缝宽度 $5.0\text{ mm} \times 5.0\text{ mm}$,检测光电倍增管电压 400 V 。

2.2 多孔硅的制备及氧化

2.2.1 新鲜多孔硅样品的制备

硅片选用电阻率为 $0.6\sim 1\text{ W}\cdot\text{cm}$ 的单面抛光 p(100) 型单晶硅,背面蒸镀一层铝膜,以 3:2 (体积比) 的 HF(30%):无水乙醇为电解液, $25\text{ mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度恒流阳极氧化 10 min ,用乙醇充分冲洗后在氩气气氛下干燥,制得新鲜多孔硅样品(样品 a)。

2.2.2 化学氧化

以 SC-1 为氧化剂,分别在 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化 60 s 和 8 min , 得氧化不同时间的氧化多孔硅,样品分别称为 e 和 f。 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 下,先以 SC-1 氧化 60 s , 再在 SC-2 中氧化 4 min 制得 SC-1/SC-2 联合氧化的氧化多孔硅。

分别以浓硫酸、20% 的硝酸和 SC-2 为氧化剂 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化新鲜制备多孔硅 10 min , 制备其它氧化剂氧化的多孔硅,所得样品分别标记为 h、c 和 d。

将在 20% 的硝酸溶液中 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化 10 min 的氧化多孔硅(样品 c)以及在 SC-2 中氧化 10 min 得到的氧化多孔硅(样品 d)再在 SC-1 中 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化 4 min , 所得样品分别为 g 和 h。

2.2.3 热氧化

空气中,将新鲜制备多孔硅分别在 $250\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $400\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化 10 min 得热氧化多孔硅样品 i 和 j。

2.3 不同氧化条件下制备的氧化多孔硅样品 FTIR 以及 PL 性质的测定

a 在相同的条件下,测定样品的透过红外光谱。

b 在相同的测试条件下,测定不同氧化条件下制备的多孔硅的 PL 性质。在氧化后,放置一段时间,再分别测定以 SC-1 和 SC-1/SC-2 联合氧化制备的氧化多孔硅的 PL 谱。

3 结果与讨论

3.1 不同氧化条件下所得多孔硅的表面组成

图 1 为新鲜制备多孔硅和在不同条件下氧化所得氧化样品的 FTIR, 图中曲线编号(大写字母)与 2.2 部分不同条件下制备样品的名称(小写字母)相对应。

新鲜制备多孔硅表面主要为 SH_x 成分(图 1, 曲线 A), 与新鲜制备样品相比, 在空气中 $250\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化 10 min 所得样品的 FTIR 在 $2000\sim 2200\text{ cm}^{-1}$ 之间与 $(\text{Si})_x\text{SiH}_y$ 有关^[17]的特征振动仍很

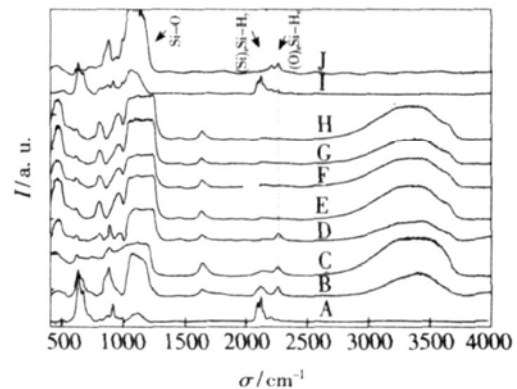


图 1 不同条件下氧化所得多孔硅的 FTIR 谱(A, 新鲜制备, 未氧化; B, 浓硫酸, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min ; C, 20% 硝酸, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min ; D, SC-2, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min ; E, SC-1, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 60 s ; F, SC-1, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 8 min ; G, 20% 硝酸, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min , 再以 SC-1, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 4 min ; H, SC-2, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min 后, 再以 SC-1 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化 4 min ; I, $250\text{ }^\circ\text{C}$ 空气中氧化 10 min ; J, $400\text{ }^\circ\text{C}$ 空气中氧化 10 min)

Fig 1 FTIR spectra of the samples oxidized with different oxidants(A, freshly prepared PS; B, H_2SO_4 , $80\text{ }^\circ\text{C}$, 8 min ; C, 20% HNO_3 , $80\text{ }^\circ\text{C}$, 8 min ; D, SC-2, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min ; E, SC-1, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 60 s ; F, SC-1, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 8 min ; G, 20% HNO_3 first, then SC-1, $80\text{ }^\circ\text{C}$ for 4 min ; H, SC-2, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min , then SC-1, $80\text{ }^\circ\text{C}$, 4 min ; I, air oxidized, $250\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min ; J, air oxidized, $400\text{ }^\circ\text{C}$, 10 min).

强(曲线 I)。升温至 400 °C 可以加速氧化, 表现在 $(\text{Si})_x\text{SiH}_y$ 振动强度基本消失(曲线 J), 除了在 $1\,100\text{ cm}^{-1}$ 附近出现与 Si-O 有关的特征伸缩振动外, 在 $2\,250\text{ cm}^{-1}$ 出现较明显的 $(\text{O})_x\text{SiH}_y$ 特征伸缩振动峰^[16]。表明空气热氧化主要是发生了表面 SiH_x 的背插入反应。在浓硫酸、20% 的硝酸和 SC-2 中氧化的多孔硅样品的 IR 谱图上, $2\,000\sim 2\,300\text{ cm}^{-1}$ 之间与 $(\text{Si})_x\text{SiH}_y$ 有关的振动峰与新鲜制备多孔硅相比明显减弱, 并出现了强的 Si-O 伸缩振动峰, 但也在 $2\,258\text{ cm}^{-1}$ 出现了明显的 $(\text{O})_x\text{SiH}_x$ 特征振动峰(曲线 B、C 和 D)。这种红外特征表明, 在上述溶液氧化体系中氧化与空气中热氧化相似, 很容易发生 SiH_x 的背插入反应, 氧化 10 min 所得多孔硅的表面成分为 SD_x ($x = 1\sim 1.9$) 和 $(\text{O})_x\text{SiH}_y$ 的混合氧化物^[18]。与此明显不同的是, 在 SC-1 氧化液中处理 60 s 所得氧化多孔硅的 IR 谱图上, $2\,000\sim 2\,200\text{ cm}^{-1}$ 之间的 $(\text{Si})_x\text{SiH}_y$ 特征振动已减小到红外谱仪检测不到的程度, 在 $2\,258\text{ cm}^{-1}$ 处无明显的 $(\text{O})_x\text{SiH}_y$ 特征振动峰出现(曲线 E), 并且, 随氧化时间的增加, FTIR 吸收谱无变化(曲线 F), 说明 SC-2 氧化体系在很短的时间内已将多孔硅表面的 SiH_x 去除, 并得到较稳定的表面氧化层。在 20% 的硝酸溶液中 80 °C 氧化 10 min 以及仅在 SC-2 中氧化处理 10 min 所得样品, 再在 SC-1 中 80 °C 处理 4 min 后的 IR 谱上, 在 $2\,258\text{ cm}^{-1}$ 处的 $(\text{O})_x\text{SiH}_x$ 特征振动峰基本消失, 与直接在 SC-1 中氧化所得样品的相似, 表明在硝酸溶液和 SC-2 中氧化 10 min 所得的氧化多孔硅的表面组成仍不稳定, 还可以进一步被 SC-1 氧化。

SC-1 氧化液对多孔硅表面 SiH_x 的高去除能力与 SC-1 的组成和 SiH_x 的性质有关。多孔硅表面的 SiH_x 中的 H 为负离子 (H^-), 性质与硅烷 SH_4 一样, 在碱性条件下很容易发生水解反应^[19, 20], 形成 SiOH 硅醇结构, 同时, 由于 H_2O_2 氧化组分的存在, 该结构之间进一步发生缩合, 在

并不稳定, 会随时间的变化 x, y 值发生变化。因此, 影响了多孔硅的光致发光性能。酸性氧化剂如 $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$ 存在同样的缺点, 容易首先发生 Si-Si 键之间的插入反应, 并且酸性氧化剂对 SiH_x 的去除能力不强, 在加热条件下仍有部分 SiH_x 残余。

以上对比结果表明, SC-1 是一种有效的去除多孔硅表面 SiH_x 的化学氧化剂, 所得的氧化多孔硅表面氧化物成分较单一, 有利于分析表面氧化物组成与光致发光性质之间的关系。

3.2 不同氧化条件下所得多孔硅的 PL 性质

图 2 给出了不同氧化条件下制备的氧化多孔硅的光致发光谱。

新鲜制备多孔硅的光致发光强度很弱(图 2 曲线 A), 发光峰中心在 615 nm 附近, 在空气中 250 °C 热氧化 10 min 所得多孔硅的 PL 较新鲜制备多孔硅的 PL 反而有所减小(曲线 B), 升高温度氧化程度增大, PL 发生蓝移, 但发光强度进一步减小(曲线 C)。可见, p 型轻掺杂的多孔硅, 不能通过热氧化来改善发光, 热氧化反而会使多孔硅的光致发光效率降低。在 20% 的 HNO_3 和浓硫酸中氧化得到的多孔硅的光致发光强度也比较

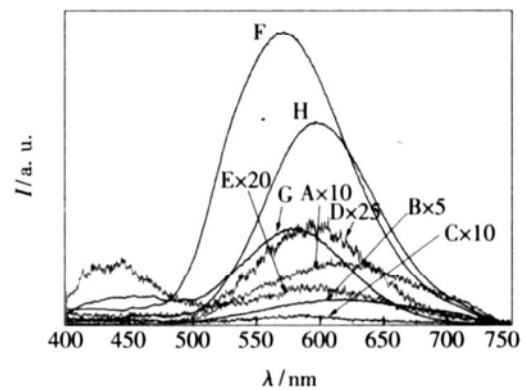


图 2 不同体系中制备的氧化多孔硅的 PL 谱 (A, 新鲜制备, 未氧化; B, 空气中, 250 °C, 10 min; C, 空气中, 400 °C, 10 min; D, 20% HNO_3 中, 80 °C, 10 min; E, 浓 H_2SO_4 , 80 °C, 10 min; F, SC-2, 80 °C, 10 min; G, SC-1, 80 °C, 60 s; H, 先 SC-1, 80 °C, 10 min, 再 SC-2, 80 °C, 4 min)。

Fig 2 The PL of the PS samples oxidized in different situations (A, the freshly prepared PS; B, air oxygen,

小(曲线 D 和 E)。经 SC-1 氧化的多孔硅样品的 PL 峰中心在 580 nm 左右(曲线 F), 强度较新鲜制备多孔硅的 PL 增大了几十倍。经 SC-2 氧化的多孔硅的 PL 发光峰中心在 570 nm 左右, 强度最大(曲线 G)。经 SC-1 短时间氧化, 再经 SC-2 处理后, 得到的氧化多孔硅的 PL 强度较仅用 SC-1 氧化得到的多孔硅的 PL 增大 1 倍, 峰位从

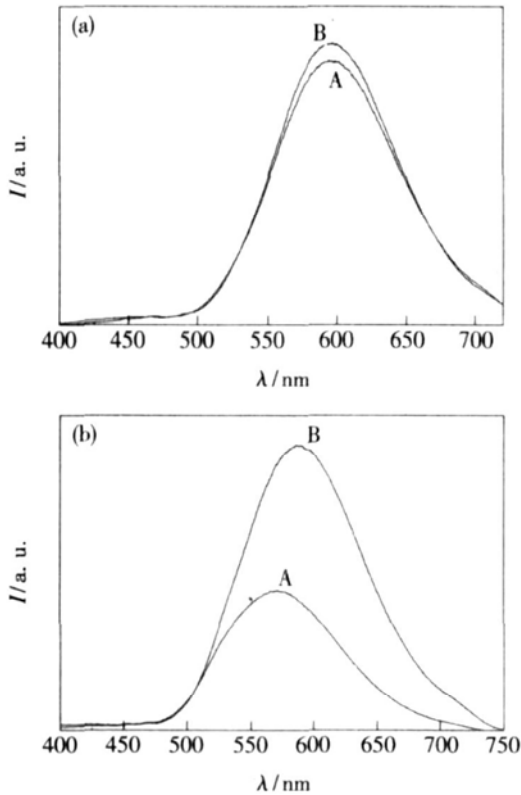


图 3 (a) 先以 SC-1 氧化 60 s 再以 SC-2 氧化 4 m 所得样品; (b) 仅经 SC-2 氧化 10 m 所得样品放置 1 个月后 PL 变化对比: A, 刚氧化; B, A 放置 1 个月

Fig 3 Stability comparison of the PL for the samples oxidized in SC-1 80 °C for 60 s and then in SC-2 for 4 m in (a) with that of the sample oxidized in SC-2 80 °C for 10 m in (b) A, as-oxidized B, one month later of A.

参 考 文 献:

- [1] Canham L T. Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafers [J]. *Appl Phys Lett*, 1990, **57**(10): 1046-1048
- [2] Fauchet P M. Photoluminescence and electroluminescence from porous silicon [J]. *J. Lum in.*, 1996, **70**(6): 294-309
- [3] Koshida N, Koyama H. Visible electroluminescence from porous silicon [J]. *Appl Phys Lett*, 1992, **60**(3): 347-349
- [4] Wang Shuifeng, Jiang Le, Dai Lili, et al. Photoluminescence properties of porous silicon after acid treatment and cathodic reduction process [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2006, **27**(1): 118-122 (in Chinese).
- [5] Zhao Yue, Zhao Jie, Li Dongsheng, et al. Relationship between minority carrier life and morphology with luminescent properties in porous silicon [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2007, **28**(1): 131-134 (in Chinese).
- [6] Ko M C, Mwyer G J. Dynamic quenching of porous silicon photoluminescence by anthracene and 10-methylphenothiazine

578 nm 红移到了 596 nm (曲线 H)。可见, SC-1 与 SC-2 组合使用可以大幅度的提高多孔硅的 PL 效率。经 SC-2 进一步氧化后多孔硅的发光强度增加的原因仍不是很清楚, 有可能是进一步处理后的多孔硅表面猝灭发光的缺陷态减少的原因。

对经 SC-2 和 SC-1/SC-2 联合氧化的多孔硅在空气中放置不同时间阶段的 PL 性质变化进行了对比研究, 如图 3(a) 和 (b)。

先经 SC-1 处理 60 s 再经 SC-2 处理 4 m 所得的氧化多孔硅样品的 PL 谱, 包括峰位和峰强, 在 1 个月的放置时间内变化很小, 图 3(a)。从对比可以看出, 仅在 SC-2 中氧化得到的氧化多孔硅的 PL 虽然一开始较强, 但在 1 个月的时间内发光峰强度减小为原来的 1/2 中心峰位从 588 nm 蓝移到了 572 nm, 峰位和峰强都有较大的变化, 图 3(b)。结合前面的表面成分分析, 我们认为这是由于经 SC-1 处理后的多孔硅具有稳定的表面氧化层结构, 结构稳定决定了光致发光性质的稳定性。而稳定的 PL 性质对于多孔硅在光电子器件以及检测和传感器件当中的应用是很有利的。

4 结 论

与空气热氧化和其它化学氧化剂相比, SC-1 可以在较短的时间内去除多孔硅表面的 SiH_x 成分, 得到表面组成较稳定的氧化多孔硅。SC-1 中的碱性组分起到了催化水解多孔硅表面 SiH_x ($x = 1 \sim 3$) 中的 H 负离子的作用, 加速了氧化组分 H_2O_2 对多孔硅外表面的氧化速度。将 SC-2 与 SC-1 组合利用, 可以得到光致发光稳定, 发光强度较高的氧化多孔硅, 是一种制备高发光度和高稳定性氧化多孔硅的新途径。

- [J]. *Chem. Mater.*, 1995, **7**(1): 12-14
- [7] Lauerhaas JM, Credo GM, Heinrich JL, *et al* Reversible luminescence quenching of porous Si by solvents [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 1992, **114**(5): 1911-1912
- [8] Lauerhaas JM, Sailor M J Chemical modification of the photoluminescence quenching of porous silicon [J]. *Science*, 1993, **261**(5128): 1567-1569
- [9] Wolkin M V, Jome J Fauchet PM, *et al* Electronic states and luminescence in porous silicon quantum dots The role of oxygen [J]. *Phys Rev Lett*, 1999, **82**(1): 197-200
- [10] Batstone J L, Tischler M A, Collins R T. Stability of visible luminescence from porous silicon [J]. *Appl Phys Lett.*, 1993, **62**(21): 2667-2670
- [11] Chen Songyan, Xie Sheng He Guorong *et al* Surface and luminescence property of porous silicon films annealed in hydrogen plasma [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2004, **25**(1): 77-80 (in Chinese).
- [12] Koto Y, Ito T, Hirakawa A. Low temperature oxidation of crystalline porous silicon [J]. *Appl Sur Sci*, 1989, **41/42**: 614-618
- [13] Li Jingjian, Diao Peng, Cai Shengmin, *et al* The influence of chemical oxidation on surface state and photoluminescence of porous film [J]. *Acta Physico-Chemica Sinica* (物理化学学报), 1994, **10**(8): 737-740 (in Chinese).
- [14] Li Qingshan, Li Peng, Ma Yuying *et al* Photoluminescence and its decay of oxidized porous silicon [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 1995, **16**(3): 211-216 (in Chinese).
- [15] Hou X Y, Shi G, Wang W, *et al* Large blue shift of light emitting porous silicon by boiling water treatment [J]. *Appl Phys Lett*, 1993, **62**(10): 1097-1098
- [16] Kem W, Puotinen D A. Cleaning solution based on hydrogen peroxide for use in silicon semiconductor technology [J]. *RCA Rev*, 1970, **31**(2): 187-206
- [17] Gupta P, Dillon A C, Bracher A S, *et al* FTIR studies of H₂O and D₂O decomposition on porous silicon surfaces [J]. *Surf. Sci.*, 1991, **245**(3): 360-372
- [18] Tsu D V, Lucovsky G, Davidson B N. Effects of the nearest neighbors and the alloy matrix on SiH stretching vibrations in the amorphous SiD_r·H (0 < r < 2) [J]. *Phys Rev B*, 1989, **40**(3): 1795-1805
- [19] Li H L, Fu A P, Xu D S, *et al* In situ silanization reaction on the surface of freshly prepared porous silicon [J]. *Langmuir*, 2002, **18**(8): 3198-3202
- [20] Bailar J C, Emelius H J, Trotman-dickenson A F. *Comprehensive Inorganic Chemistry* [M]. New York Volume 1, Pergamon Press Ltd, 1973, 1367-1368

Preparation of the Oxidized Porous Silicon with Stable Surface Composition and Intense Photoluminescence

LI Hong-liang¹, ZHAI Jiang², WAN Yong³, GUO Pei-zhi¹, YU Jian-qiang¹, ZHAO Xiu-song¹

(1. Institute of Multifunctional Materials, Laboratory of Fiber Materials and Modern Textile, the Growing Base for State Key Laboratory;
College of Chemistry, Chemical Engineering and Environmental Engineering, Qingdao University, Qingdao 266071;

2. Department of Chemical Engineering, Wefang College of Education, Qingzhou 262500, China;

3. College of Physics Science, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract This discovery of the light emission of porous silicon (PS) has led to much excitement at the prospect of developing Si based optoelectronic devices. However, the SiH species, which are the passivation of the freshly prepared PS, are unstable, therefore the peak wavelength and efficiency of the luminescence is extremely sensitive to the preparation conditions and subsequent treatment of the sample, which has disturbing consequences for the suitability of this material for device applications. The growth of a high quality oxide around the surface of the Si crystals has been suggested as an alternative method of the PS surface passivation.

Some progresses such as anodic oxidation, rapid thermal oxidation (RTO), hot water treatment and so on have been reported for the preparation of oxidized PS. In general, oxidation has a detrimental effect on the photoluminescence (PL) efficiency.

SC-1 ($\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, 1:1:5 V/V) and SC-2 ($\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, 1:1:6) solutions are two standard oxidant and clean reagent and have been utilized in the traditional silicon semiconductor industry for many decades. In this work, we exploited these two novel oxidant solutions to the preparation of oxidized PS. The characteristic of the oxidized PS prepared by oxidizing the freshly prepared PS in the solutions of SC-1 and SC-2 have been studied by comparing with those prepared by thermal oxidation and those oxidized by other oxidants, such as HNO_3 and H_2SO_4 . It has been shown that SC-1 is an efficient oxidant for the preparation of oxidized PS with an intense PL and a simple and stable surface composition. The oxidized PS prepared in SC-1 for 30 s and then in SC-2 for 4 min has a more stable PL than that from the sample oxidized in only SC-2. It means a stable surface composition is very important for the stable PL.

Key words porous silicon; photoluminescence; SC-1; chemical oxidation

Received date: 2007-09-27

向您推荐《液晶与显示》——中文核心期刊

《液晶与显示》是中国最早创办的液晶学科专业期刊,也是中国惟一的液晶学科和显示技术领域综合性专业学术期刊。它由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国光学光电子行业协会液晶专业分会和中国物理学会液晶分会主办,科学出版社出版。

《液晶与显示》以研究报告、研究快报、综合评述和产品信息等栏目集中报道国内外液晶学科和显示技术领域最新理论研究、科研成果和创新技术,及时反映国内外本学科领域及产业信息动态,是宣传、展示我国该学科领域和产业科技创新实力与硕果,进行国际交流的平台。本刊是英国《科学文摘》(NSPEC)、美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、美国《剑桥科学文摘》(CSA)、“中国科技论文统计源期刊”等 20 余种国内外著名检索刊物和文献数据库来源期刊。

《液晶与显示》征集有关液晶和各类显示材料及制备方法、液晶显示、等离子体显示、阴极射线管显示、发光二极管显示、有机电致发光显示、场发射显示、微显示、真空荧光显示、电致变色显示及其他显示、各类显示器件物理和制作技术、各类显示新型模式和驱动技术、显示技术应用、显示材料和器件的测试方法与技术、各类显示器件的应用等研究论文。《液晶与显示》热忱欢迎广大作者、读者广为利用,踊跃投稿。同时,竭诚欢迎社会各界洽谈广告业务、合作组织技术交流与信息发布活动。

《液晶与显示》为双月刊,国内定价 30 元。国内邮发代号: 12-203 国外发行代号: 4868BM。广告经营许可证号: 2200004000068。

地 址: 长春市东南湖大路 16 号

《液晶与显示》编辑部

邮 编: 130033

电 话: (0431) 86176059

E-mail: yjx@cimp.ac.cn

国内统一刊号: CN 22-1259/04

国际标准刊号: ISSN 1007-2780

国际刊名代码 (CODEN): YYXIFY

传 真: (0431) 85682346

网 址: www.yejingyuxianshi.org