

Er³⁺ 掺杂 SiO₂ 复合的 Al₂O₃ 粉末结构及 光致发光特性*

朱振华 雷明凯†

(大连理工大学材料科学与工程学院表面工程研究室 大连 116024)

(2005 年 12 月 31 日收到 2006 年 3 月 28 日收到修改稿)

采用溶胶-凝胶(sol-gel)工艺制备 0.1 mol% Er³⁺ 掺杂 Al₂O₃ 体系和 SiO₂-Al₂O₃ 复合体系粉末. 实验结果表明 5 mol% 的 SiO₂ 复合加入 Al₂O₃ 抑制 $\gamma \rightarrow \theta$ 和 $\theta \rightarrow \alpha$ 相转变. 掺 0.1 mol% Er³⁺:Al₂O₃ 体系粉末 900℃ 烧结, 在 1.47—1.63 μm 波段内光致发光(PL)谱为中心波长 1.53 μm 、半高宽 56 nm 的单一宽峰, 1000—1200℃ 烧结, 劈裂为多峰 PL 谱. 掺 0.1 mol% Er³⁺:SiO₂-Al₂O₃ 复合体系粉末, 在高达 1200℃ 烧结, 仍保持中心波长 1.53 μm 的单一宽峰 PL 谱, 由于—OH 更完全的脱除, PL 强度较 900℃ 烧结 Al₂O₃ 体系, SiO₂-Al₂O₃ 复合体系均提高 1 个数量级.

关键词: SiO₂-Al₂O₃ 复合体系, 掺铒, 溶胶-凝胶工艺, 光致发光

PACC: 7855, 8105

1. 引 言

掺 Er³⁺ 光波导放大器具有体积小、易于集成等突出特点, 因而掺 Er³⁺ 光波导材料研究倍受关注^[1-3]. Al₂O₃ 作为从紫外到近红外区域均有较高光学透过率的掺杂基体材料, 可实现 Er³⁺ 高浓度掺杂, 有效提高发光效率^[4], Al₂O₃ 且具有优异的力学性能, 高的热稳定性和化学稳定性^[5, 6]. 目前极具潜力的 sol-gel 工艺光波导制备技术面临的主要难题之一, 是不可避免引入的羟基对 Er³⁺ 光致发光强烈的猝灭作用^[7]. 尽管升高烧结温度可以改善羟基的脱除效果, 但是 Al₂O₃ 发生的 $\gamma \rightarrow \theta$ 向 α 相转变, 造成 γ 、 θ 相中对应 Er³⁺ 第一激发态⁴I_{3/2} 向基态⁴I_{15/2} 能级跃迁中心波长 1.53 μm 的单一宽峰 PL 谱劈裂为多峰 PL 谱^[8]. 为了满足光波导放大器对 PL 的强度和半高宽的要求, 本文通过在 Al₂O₃ 基体中复合 SiO₂ 控制相变过程, 比较不同烧结温度下掺 Er³⁺:Al₂O₃ 体系, 掺 Er³⁺:SiO₂-Al₂O₃ 复合体系的相结构和 PL 谱特征, 讨论复合 SiO₂ 对 Er³⁺ 发光的改善作用机理.

2. 实 验

2.1. 制备工艺

将前驱体[Al(OC₂H₅)₃]和正硅酸乙酯(TEOS)分别加入到含有螯合剂乙酰丙酮(AcAcH)的异丙醇(PrⁱOH)溶液中搅拌 1 h, 螯合反应对前驱体改性, 陈化 1 h, 加入溶剂 PrⁱOH, 同时加入化学计量比的水, Al³⁺、Si⁴⁺ 与 H₂O 的 mol 比均为 1:0.85, 室温下搅拌 3 h 使螯合物水解. 再加入适量 HNO₃ 脱溶, pH 值调整到 3.0 左右, 分别得到透明、稳定的 Al₂O₃ 和 SiO₂ 溶胶. 分别加入掺杂介质 Er(NO₃)₃·5H₂O, Er³⁺ 与 Al³⁺、Si⁴⁺ 的 mol 比均为 0.001:1, 得到掺 0.1 mol% Er³⁺ 溶胶, 把掺 Er³⁺:Al₂O₃ 和 SiO₂ 溶胶以体积比 1:19 混合搅拌 8 h, 得到掺 0.1 mol% Er³⁺:SiO₂-Al₂O₃ 溶胶. 掺 0.1 mol% Er³⁺:Al₂O₃ 溶胶和 SiO₂-Al₂O₃ 溶胶 100℃ 下干燥 8 h, 成为干凝胶, 放入热处理炉中以 4℃/min 的升温速率分别达到 900℃, 1000℃ 和 1200℃, 并保温 1 h 后随炉冷却至室温. 干凝胶烧结

* 教育部科学研究重点项目(批准号 01052)资助的课题.

† 通讯联系人. E-mail: surfeng@dlut.edu.cn

后经研磨得到掺 0.1 mol% Er³⁺:Al₂O₃ 体系和 SiO₂-Al₂O₃ 复合体系粉末.

2.2. 测试方法

采用 SHIMADZU XRD-6000 型 X 射线衍射仪 (XRD) 研究粉末相结构, CuK α 辐射; 采用 Nicolet AVATAR 型 Fourier 变换红外光谱仪 (FT-IR) 测定粉末化学键结构, 波数范围 4000—400 cm⁻¹, 分辨率 2 cm⁻¹. 对应 Er³⁺ 的 4f 电子第一激发态⁴I_{13/2} 向基态⁴I_{15/2} 能级跃迁 PL 谱和荧光衰减曲线均采用波长为 980 nm 半导体激光器作为激发光源, SBP500 光栅光谱仪, Model SR540 斩波器, DInGaAs1700 型砷化铟镓探测器记录. 光谱信号经 SR830 DSP 型锁相放大器放大, 由计算机进行数据采集和处理. 1.533 μ m 波长的荧光衰减曲线通过 TEKTRONIX TDS3052 型数字荧光示波器记录, 时间分辨率为 2 ns, 探测系统响应时间小于 200 μ s, 用指数函数拟合衰减曲线计算荧光寿命.

3. 实验结果与讨论

3.1. 相结构

图 1 给出了掺 0.1 mol% Er³⁺:Al₂O₃ 和 SiO₂-Al₂O₃ 干凝胶分别在 900℃, 1000℃ 和 1200℃ 烧结粉末的 XRD 谱. 掺 0.1 mol% Er³⁺:Al₂O₃ 体系, 900℃ 烧结粉末以立方结构的 γ -Al₂O₃ 相为主. 1000℃ 烧结粉末以刚玉结构 α -Al₂O₃ 相为主, 少量 θ -Al₂O₃ 相. 1200℃ 烧结, 粉末全部为 α -Al₂O₃ 相. 掺 0.1 mol% Er³⁺:SiO₂-Al₂O₃ 体系, 900℃ 烧结, 与掺 0.1 mol% Er³⁺:Al₂O₃ 体系粉末 XRD 谱相似. 1000℃ 烧结粉末仍以 γ -Al₂O₃ 相为主, 仅 θ 相 (204) 衍射峰强度增强, γ 相的 (220) 衍射峰消失. 表明伴随 γ 相含量的减少 θ 相含量增加. 1200℃ 烧结, 粉末由 4 相组成, γ , θ , α 相和多铝红柱石 (Al₆Si₂O₁₃). 在基体 Al₂O₃ 中 SiO₂ 复合抑制了 $\gamma \rightarrow \theta$ 和 $\theta \rightarrow \alpha$ 相转变, 同时造成 Al₆Si₂O₁₃ 相的形成.

3.2. 红外光谱

图 2 为掺 0.1 mol% Er³⁺:SiO₂-Al₂O₃ 干凝胶 900℃, 1000℃ 和 1200℃ 烧结粉末在 4000—400 cm⁻¹ 波段的 FT-IR 吸收谱. 1300—400 cm⁻¹ 较宽的吸收

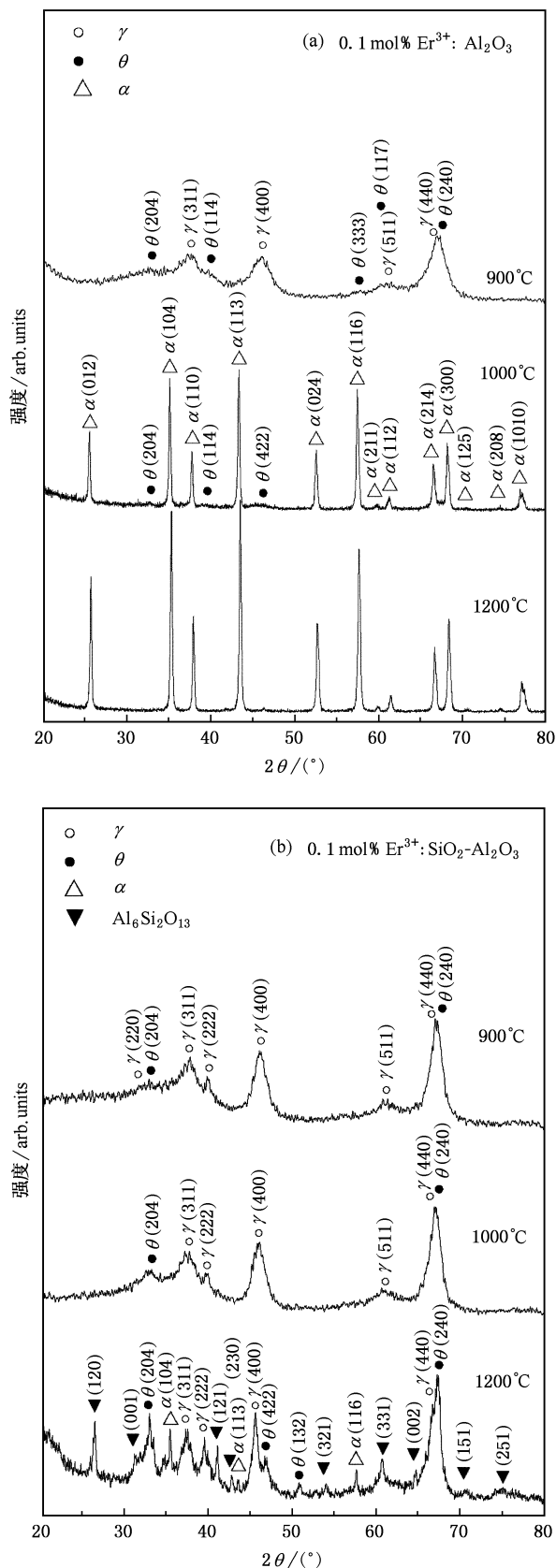


图 1 900—1200℃ 烧结掺 0.1 mol% Er³⁺:Al₂O₃ 和 SiO₂-Al₂O₃ 粉末的 XRD 谱

峰对应基体 Al—O, Si—O 键的振动^[9]; 1640 cm^{-1} 处为 H_2O 分子的弯曲振动峰, 源于空气中的吸附水; 2363 cm^{-1} 处为 O=C=O 的振动峰, 对应吸附空气中的 CO_2 ; 3500—3000 cm^{-1} 为—OH 的弯曲振动与伸缩振动导致的一个较宽的吸收峰. 随着烧结温度升高, —OH 的吸收峰有明显减小的趋势, 1200 $^\circ\text{C}$ 烧结的—OH 吸收峰基本消失. 随着烧结温度的升高, sol-gel 工艺不可避免引入的—OH 被逐渐脱除, 而要完全脱除—OH 烧结温度至少要达到 1200 $^\circ\text{C}$.

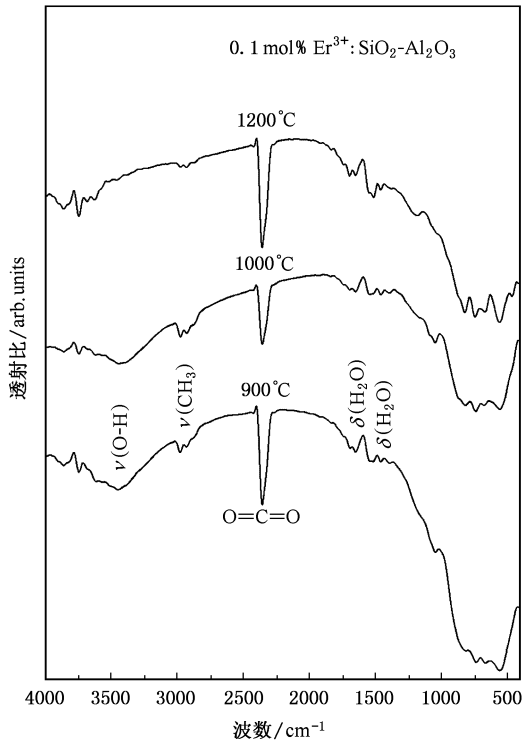


图 2 900—1200 $^\circ\text{C}$ 烧结掺 0.1 mol% Er^{3+} : SiO_2 - Al_2O_3 粉末在 4000—400 cm^{-1} 波段的 FT-IR 吸收谱

3.3. 光致发光特性

图 3 给出了 900 $^\circ\text{C}$, 1000 $^\circ\text{C}$ 和 1200 $^\circ\text{C}$ 烧结掺 0.1 mol% Er^{3+} : Al_2O_3 和 SiO_2 - Al_2O_3 干凝胶的 PL 谱. 处于基态的 Er^{3+} 被 980 nm 的抽运光激发到 $^4\text{I}_{11/2}$ 能级, 并迅速无辐射弛豫到 $^4\text{I}_{13/2}$ 能级, 并在该能级积累, 形成粒子数反转, 实现在 1.47—1.63 μm 波段的辐射. 掺 0.1 mol% Er^{3+} : Al_2O_3 体系, 900 $^\circ\text{C}$ 烧结粉末的 PL 谱为中心波长 1.53 μm , 半高宽 56 nm 的单一宽峰, 1000—1200 $^\circ\text{C}$ 烧结的粉末为分别处于 1.467, 1.492, 1.539, 1.549, 1.556, 1.571 和 1.634 μm 波长的 7 个峰组成的多峰 PL 谱, 且由于 PL 谱的

劈裂, 半高宽减小. 掺 0.1 mol% Er^{3+} : SiO_2 - Al_2O_3 复合体系, 900—1200 $^\circ\text{C}$ 烧结的粉末均为中心波长为 1.53 μm 单一宽峰 PL 谱, 半高宽 58 nm. 随着烧结温度升高, PL 强度逐渐增强, 1200 $^\circ\text{C}$ 烧结粉末 PL 强度较 900 $^\circ\text{C}$ 烧结 Al_2O_3 体系与 SiO_2 - Al_2O_3 复合体系粉末均提高 1 个数量级. 两个体系 PL 谱的强度与半高宽随烧结温度变化曲线如图 4 所示.

图 5 为 900 $^\circ\text{C}$, 1000 $^\circ\text{C}$ 和 1200 $^\circ\text{C}$ 烧结的掺 0.1 mol% Er^{3+} : SiO_2 - Al_2O_3 粉末在 1.533 μm 波长的荧光衰减曲线. 曲线是随时间变化的电压信号, 初始稳定的电压为 $^4\text{I}_{13/2}$ 能级稳态过程, 包括激发光源持续抽运的激发作用, 及该能级粒子辐射跃迁和无辐射弛豫, 相邻粒子之间合作上转换和交叉弛豫的衰减作用. 当抽运光被截止, $^4\text{I}_{13/2}$ 能级粒子继续发生衰减过程, 一定时间后电压信号减小至 0. 通过指数拟合荧光衰减曲线的下降段, 获得粉末的荧光寿命. 900 $^\circ\text{C}$, 1000 $^\circ\text{C}$ 和 1200 $^\circ\text{C}$ 烧结的掺 0.1 mol% Er^{3+} : SiO_2 - Al_2O_3 粉末, 拟合得到的荧光寿命分别为 3.25 ms, 3.67 ms 和 4.29 ms, 粉末的荧光寿命随烧结温度升高呈线性增加的规律.

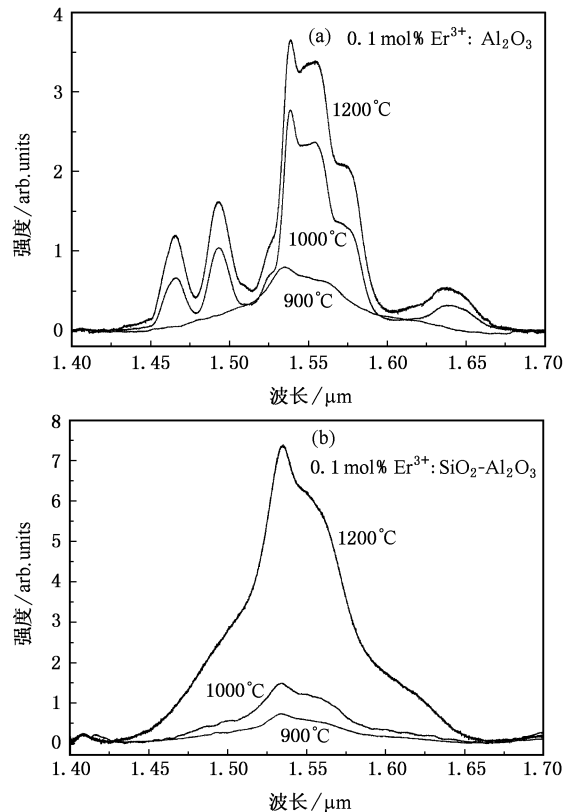


图 3 900—1200 $^\circ\text{C}$ 烧结掺 0.1 mol% Er^{3+} : Al_2O_3 和 SiO_2 - Al_2O_3 粉末的 PL 谱

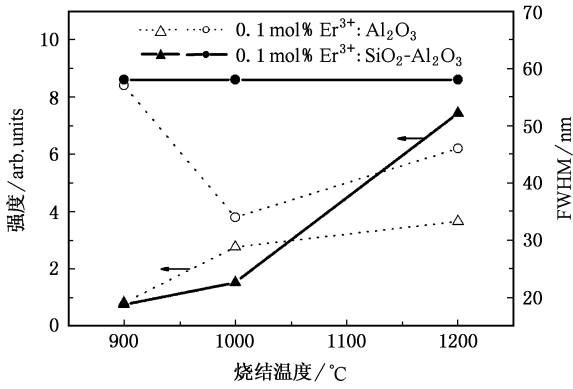


图4 掺0.1 mol% Er^{3+} : Al_2O_3 和 SiO_2 - Al_2O_3 粉末的 PL 强度与半高宽随烧结温度变化

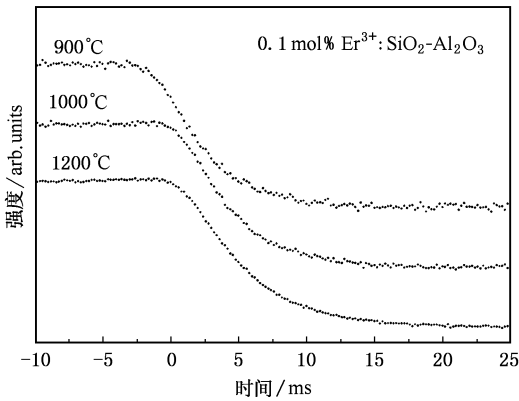


图5 900—1200°C 烧结掺 0.1 mol% Er^{3+} : SiO_2 - Al_2O_3 粉末在 1.533 μm 波长的 PL 衰减曲线

Er^{3+} 掺杂 Al_2O_3 粉末的烧结温度从 900°C 升至 1000°C, 基体由亚稳的 γ β 相转变为稳定的 α 相, 在 1.47—1.63 μm 波段内的 PL 谱则由单一宽峰劈裂为多峰结构. γ - Al_2O_3 的晶体结构类似于 MgAl_2O_4 尖晶石, 为缺位型立方尖晶石结构^[10] β 相与 γ 相的结构相近, 属于变形尖晶石结构^[11], 两种相都存在一定比例无序分布的阳离子空位, 且结晶程度较低. 掺杂的 Er^{3+} 分布在 Al_2O_3 的八面体间隙, Er^{3+} 与最近邻 6 个顶点 O^{2-} 形成最简单的 ErO_6 团簇体. 由于 ErO_6 团簇体周围不对称的分布着四面体或八面体空位, 依赖于其周围空位的 ErO_6 团簇体发生畸变, 形成对称形式不同的团簇体. 在 Er^{3+} 的 4f 层电子跃迁过程中, 形成以 1.53 μm 为中心波长、非均匀性加宽的单一宽峰 PL 谱. 反之, 若 ErO_6 团簇体保持 γ β 相中八面体 o_h 对称, Er^{3+} 的 4f 层电子跃迁被完全禁戒^[12], 将不能产生 1.53 μm 波长的荧光. 尽管

α - Al_2O_3 中同样存在阳离子空位, 但确定的空位的位置及其高结晶度, 导致 Er^{3+} 以置换形式呈固定的 C_{3v} 对称^[13,14], Er^{3+} 的第一激发态 $^4\text{I}_{13/2}$ 和基态 $^4\text{I}_{15/2}$ 分别分裂为 7 个子能级和 8 个子能级^[15,16], 非均匀性加宽效应显著弱化, 形成多峰 PL 谱.

SiO_2 复合加入 Al_2O_3 抑制了 α 相的生成, 掺 0.1 mol% Er^{3+} : SiO_2 - Al_2O_3 粉末在 1200°C 烧结仍保持单一宽峰 PL 谱. α - Al_2O_3 形核是通过阴离子空位和阳离子空位间反应, 造成从立方密堆到六方密堆的结构变化^[17,18], Si^{4+} 在 Al_2O_3 表面形成 $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ 和 $\text{Si}-\text{O}-\text{Al}$ 桥键, 类似 SiO_2 结构. 桥键形成有助于从 Al_2O_3 表面迁移阴离子空位, 阻止 Al_2O_3 表面扩散, 抑制 α 相形核^[19]. SiO_2 - Al_2O_3 复合体系粉末高达 1200°C 烧结, 仍以 Al_2O_3 的 γ β 相结构为主, 同时少量的 α 与 $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ 相形成. 大量 Er^{3+} 仍位于 γ β - Al_2O_3 中, PL 谱仍保持中心波长 1.53 μm 的单一宽峰.

掺 0.1 mol% Er^{3+} : SiO_2 - Al_2O_3 复合体系粉末的晶体结构未发生明显变化, 随着烧结温度升高, PL 强度的增强归于一 OH 的脱除. 一 OH 对 Er^{3+} 发光具有严重的猝灭作用, 降低 1.47—1.63 μm 波段 PL 强度和 Er^{3+} 第一激发态 $^4\text{I}_{13/2}$ 能级寿命(见图 4 和 5). PL 猝灭是因为部分 $^4\text{I}_{13/2}$ 能级的 Er^{3+} 通过一 OH 和基体的振动, 无辐射弛豫到基态. 作为声子辅助跃迁过程, 可表示为

$$W_{\text{NR}} = A \exp(-Bp), \quad (1)$$

式中, W_{NR} 为无辐射弛豫速率, A 和 B 是常数, p 是声子数, 根据 $p = \Delta E / \eta\nu$ 计算. $\Delta E = 6523 \text{ cm}^{-1}$ 是 Er^{3+} 的 $^4\text{I}_{13/2}$ 和 $^4\text{I}_{15/2}$ 能隙, $\eta\nu$ 是声子的能量. 一 OH 的声子能在 3000—3500 cm^{-1} 之间, $p = 2, 2$ 个一 OH 声子完全匹配 $^4\text{I}_{13/2}$ 和基态 $^4\text{I}_{15/2}$ 的能隙. Er^{3+} 周围键合了一 OH, 则处于 $^4\text{I}_{13/2}$ 能级的 Er^{3+} 会通过 2 个一 OH 声子振动的方式以无辐射跃迁的形式回到基态 $^4\text{I}_{15/2}$ 能级. 而基体 Al_2O_3 最大声子能在 850—900 cm^{-1} 之间, 通过一 OH 的无辐射弛豫更易进行^[20]. $^4\text{I}_{13/2}$ 能级上粒子的瞬间演化描述为

$$I_t = I_0 \exp(-t/\tau) \quad (2)$$

式中, I_0 为 1.533 μm 波长稳态 PL 强度, τ 是 $^4\text{I}_{13/2}$ 能级寿命, 与辐射跃迁速率和无辐射弛豫速率相关

$$1/\tau = \sum A + P_{\text{CR}} + W_{\text{MP}} + 8\pi C_{\text{Er-Er}} N_{\text{Er}} N_{\text{OH}} \quad (3)$$

式中, $\sum A$ 是辐射跃迁速率的总和, P_{CR} 是相邻粒

子交叉弛豫的速率, W_{MP} 是基体的多声子弛豫速率, $8\pi C_{Er-Er} N_{Er} N_{OH}$ 是—OH的多声子弛豫速率, C_{Er-Er} 表示 Er—Er 之间的相互作用常数. 随着烧结温度的升高, —OH 吸收峰减弱(见图 2), 体系—OH 的含量降低, 而 Er^{3+} 浓度保持不变, 由—OH 振动导致的无辐射弛豫速率减小, $^4I_{13/2}$ 能级寿命增加. 1200℃ 烧结粉末—OH 吸收峰消失, 而荧光寿命增加到 4.29 ms, 与 Er 离子注入溅射沉积薄膜工艺获得(完全不含—OH)的 $Er^{3+} : Al_2O_3$ 体系的荧光寿命相当^[1]. $^4I_{13/2}$ 能级寿命增加, 提高了 $^4I_{13/2}$ 能级的量子效率, 相同抽运功率 $^4I_{13/2}$ 能级粒子布居数增加, PL 强度提高^[21]. 对于 Al_2O_3 体系烧结温度达到 1000℃, 随着 Al_2O_3 基体结构变化 PL 谱发生劈裂. 尽管 PL 强度增加, 但半高宽减小, $SiO_2-Al_2O_3$ 复合体系在 1200℃ 烧结保持了单一宽峰 PL 谱, 由于体系中—OH 含量的减少, PL 强度显著提高.

4. 结 论

1. sol-gel 工艺获得低—OH 含量的掺 0.1 mol%

$Er^{3+} : Al_2O_3-SiO_2$ 复合体系粉末, 在 1.47—1.63 μm 波段内 PL 谱为以 1.53 μm 为中心、半高宽为 56 nm, 对应于 Er^{3+} 的第一激发态 $^4I_{13/2}$ 能级到基态 $^4I_{15/2}$ 能级跃迁的单一宽峰.

2. SiO_2 的复合抑制了掺 $Er^{3+} : Al_2O_3$ 的 α 相产生, 烧结温度 1200℃, γ/β 相仍然存在, 同时少量形成 α 与 $Al_6Si_2O_{13}$ 相. 未复合 SiO_2 的掺 $Er^{3+} : Al_2O_3$ 烧结温度 1000℃, γ/β 相基本转变为 α 相.

3. 掺 0.1 mol% $Er^{3+} : SiO_2-Al_2O_3$ 粉末随烧结温度升至 1200℃, 体系中的—OH 被完全脱除, PL 强度相对于 900℃ 烧结以及未复合 Al_2O_3 体系均有 1 个数量级的提高, 荧光寿命增至 4.29 ms.

作者衷心感谢李成仁、王兴军、杨涛、董斌、王辉、沙明杰和李建勇等对本文实验和测试提供的帮助.

- [1] Polman A 1997 *J. Appl. Phys.* **82** 1
- [2] Benatsou M, Capoen B, Bouazaoui M, Tchana W, Vilcot J P 1997 *Appl. Phys. Lett.* **71** 428
- [3] Song Q, Song C L, Li C R, Li S F, Li J Y 2005 *Acta Phys. Sin.* **54** 1624 (in Chinese) [宋琦、宋昌烈、李成仁、李淑凤、李建勇 2005 物理学报 **54** 1624]
- [4] Kurokawa Y, Ishizaka T, Ikoma T, Kubota S T 1998 *Chem. Phys. Lett.* **287** 737
- [5] van den Hoven G N, Polman A, Alves E, da Silva M F, Melo A A, Soares J C 1997 *J. Mater. Res.* **12** 1401
- [6] Ozuna O, Hirata G A, McKittrick J 2004 *Appl. Phys. Lett.* **84** 1296
- [7] Yi G C, Block B A, Ford G M, Wessels B M 1998 *Appl. Phys. Lett.* **73** 1625
- [8] Wang X J, Lei M K, Yang T, Wang H 2004 *Optic. Mater.* **26** 247
- [9] Shek C H, Lai J K L, Gu T S, Lin G M 1997 *Nanostruct. Mater.* **8** 605
- [10] Liu Y L, Li Y Y, Yang Y S, Shi C S 1997 *Acta Chem. Sin.* **55** 178 (in Chinese) [刘应亮、李沅英、杨燕生、石春山 1997 化学学报 **55** 178]
- [11] Cai S H, Rashkeev S N, Pantelides S T, Sohlberg K 2003 *Phys. Rev. B* **47** 224104
- [12] Alves E, da Silva M F, van den Hoven G N, Polman A, Melo A A, Soares J C 1995 *Nucl. Instr. Meth. B* **106** 429
- [13] Kenyon A J 2002 *Prog. Quan. Elect.* **26** 225
- [14] Verdozzi C, Jennison D R, Schultz P I A, Sears M P, Barbour J C, Potter B G 1998 *Phys. Rev. Lett.* **80** 5615
- [15] McCluer D S 1962 *J. Chem. Phys.* **36** 2757
- [16] Lei H B, Yang Q Q, Wang Q M 1998 *Acta Phys. Sin.* **47** 1201 (in Chinese) [雷红兵、杨沁清、王启明 1998 物理学报 **47** 1201]
- [17] Badker P A, Bailey J E 1976 *J. Mater. Sci.* **11** 1794
- [18] Lin Y S, Burggraaf A J 1989 *J. Am. Ceram. Soc.* **117** 219
- [19] Lee J H, Choi S C, Bae D S, Han K S 1999 *J. Mater. Sci. Lett.* **18** 1367
- [20] Patra A 2004 *Chem. Phys. Lett.* **387** 35
- [21] Yang J H, Dai S X, Dai N L, Wen L, Hu L L, Jiang Z H 2004 *J. Lumi.* **106** 9

Structure and photoluminescence of Er^{3+} -doped Al_2O_3 composite powders by mixing with SiO_2 *

Zhu Zhen-Hua Lei Ming-Kai[†]

(*Surface Engineering Laboratory , School of Materials Science and Engineering , Dalian University of Technology , Dalian 116024 , China*)

(Received 31 December 2005 ; revised manuscript received 28 March 2006)

Abstract

The 0.1 mol% Er^{3+} -doped Al_2O_3 and SiO_2 - Al_2O_3 powders have been prepared by the sol-gel method. The results show that the addition of 5 mol% SiO_2 into the Er^{3+} -doped Al_2O_3 suppresses the phase transitions of $\gamma \rightarrow \theta$ and $\theta \rightarrow \alpha$. For the 0.1 mol% Er^{3+} -doped Al_2O_3 powders at the sintered at temperature of 900°C , the broadband photoluminescence (PL) spectrum centered at 1.53 μm in the range from 1.47 μm to 1.63 μm was obtained with the full width at half maximum of 56 nm , and the splitted PL spectra appeared for powders sintered at 1000—1200°C . For the 0.1 mol% Er^{3+} -doped Al_2O_3 - SiO_2 powders , the PL spectrum has a single broadband centered at 1.53 μm even when the sintering temperature is as high as 1200°C , and the PL intensity increases by one order of magnitude , because —OH group in the Al_2O_3 - SiO_2 powders has been removed completely , compared with that in the Al_2O_3 powders with and without mixing of SiO_2 sintered at the temperature of 900°C .

Keywords : SiO_2 - Al_2O_3 , Er^{3+} -doped , sol-gel method , photoluminescence

PACC : 7855 , 8105

* Project supported by the Foundation for Key Program of Ministry of Education , China (Grant No. 01052).

[†] Corresponding author. E-mail : surfeng@dlut.edu.cn