

Dy³⁺ /Nd³⁺ 掺杂对 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 陷阱能级的影响*

邓柳咏 胡义华[†] 王银海 吴浩怡 谢伟

(广东工业大学物理与光电工程学院, 广州 510006)

(2009 年 6 月 22 日收到; 2009 年 9 月 18 日收到修改稿)

采用高温固相法合成了 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, Dy³⁺ 和 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, Nd³⁺ 材料, 研究了 Dy³⁺ 或 Nd³⁺ 掺杂对 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 陷阱能级的影响. 热释光谱对比显示, 在 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 的热释光谱中, 存在两个不同深度的陷阱能级; Dy³⁺ 掺杂提高了原有浅陷阱能级中被束缚电子的密度, 从而显著提高了 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 的长余辉特性; Nd³⁺ 掺杂增加原有深陷阱能级中被束缚电子的密度. 由于深陷阱能级不利于在室温下电子的逃逸, 所以 Nd³⁺ 掺杂不能提高 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 室温下的余辉特性.

关键词: 陷阱能级, Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, 热释光

PACC: 6740X, 6170R, 7155

1. 引 言

长余辉发光材料能够吸收并储存外界辐照的能量, 并在室温下以可见光的形式缓慢释放出来. 稀土掺杂的碱土铝酸盐长余辉材料由于其发光亮度、余辉时间、材料的化学稳定性都优于传统的稀土硫化物长余辉材料, 成为了研究的热点^[1-8]. 长余辉材料的余辉性能与材料中存在的陷阱能级有直接的联系^[9]. 在 SrAl₂O₄ : Eu²⁺, Dy³⁺ 长余辉发光材料中, Matsuzawa 等^[10] 认为三价稀土离子 Dy³⁺ 掺杂能够在禁带中形成适宜深度的陷阱能级, 致使长余辉的产生, 但有报道指出^[11], 在 SrAl₂O₄ : Eu²⁺ 材料中已经存在陷阱能级, 认为 Dy³⁺ 掺杂可能改善了原有的陷阱能级. 而在 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, Dy³⁺ 材料中, 其发光机理和发光特征得到了广泛的关注^[12-14], 并且认为 Dy³⁺ 掺杂是引入陷阱能级的主要因素. 在稀土掺杂的碱土铝酸盐长余辉材料中, 虽然文献报道认为^[10, 15, 16] 三价稀土离子 (RE³⁺) 的掺杂能够引入陷阱能级或改善原有陷阱能级, 但是 RE³⁺ 的作用仍没有得到一致的结论. 为了研究稀土离子掺杂的 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 长余辉材料的陷阱形成机理, 我们

分别研究了 Dy³⁺ 或 Nd³⁺ 掺杂对 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 陷阱能级的影响. 测量材料的热释光谱可以有效地研究材料中的陷阱能级^[17], 本文对比研究了 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, Dy³⁺ 和 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺, Nd³⁺ 的热释光谱, 并分别探讨了 Dy³⁺ 或 Nd³⁺ 掺杂对 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 陷阱能级的影响. 研究表明, 在 Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺ 材料中存在两个不同深度的陷阱能级. Dy³⁺ 掺杂没有引入新陷阱能级, 但明显地增加了原有浅陷阱能级中被束缚电子的密度, 而浅陷阱能级中被束缚电子的密度的增加显著提高了材料的余辉特性; Nd³⁺ 掺杂可以增加原有深陷阱能级中被束缚电子的密度. 但由于深陷阱能级不适用于在室温下长余辉的产生, 所以 Nd³⁺ 掺杂不能显著提高材料的室温余辉特性.

2. 实 验

2.1. 样品的合成

按照配比一次称量 SrCO₃, Al₂O₃, Eu₂O₃, Dy₂O₃, Nd₂O₃, 并称量适量的 H₃BO₃ 作为助熔剂, 以上原材料均是分析纯. Eu²⁺ 的原子百分比为 1.0%, Dy³⁺ 为

* 国家自然科学基金 (批准号: 20671022, 20871033) 资助的课题.

[†] 通讯联系人. E-mail: huyh@gdut.edu.cn (Y. Hu)

2.0%, Nd^{3+} 为 2.0%. 样品 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ 和 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Nd}^{3+}$ 分别命名为 S_1 , S_2 和 S_3 . 将所称得的配比药品倒入玛瑙研钵中充分研磨拌匀后, 放入高温管式炉, 在 95% $\text{N}_2 + 5\% \text{H}_2$ 的弱还原气氛下, 1350 °C 保温 4 h, 制得所需的样品.

2.2. 样品的测试

样品的结构测定使用 XD-II 型 X 射线衍射仪完成, 采用 $\text{Cu-K}\alpha$ 辐射, 工作电压为 36 kV, 工作电流为 20 mA, 扫描范围为 $10^\circ\text{--}70^\circ$, 步宽为 0.02° , 每步的收集时间为 0.3 s. 样品的发射光谱采用 Hitachi F-7000 型荧光光谱仪测定, 其激发波长为 365 nm. 使用 GSZF-2A 型单光子计数系统检测样品的发光衰减规律. 样品的热释光谱分析使用 FJ27AI 型微机热释光剂量计, 采用 1°C/s 的升温速率, 温度范围在室温至 225 °C.

3. 结果与讨论

3.1. 结构分析

为了分析 Eu^{2+} , Dy^{3+} 和 Nd^{3+} 掺杂对 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ 晶相结构的影响, 测定了样品 S_1 , S_2 和 S_3 的 X 射线衍射 (XRD) 图谱. 图 1 为样品 S_1 , S_2 和 S_3 的 XRD 图谱, 其中图线 (a), (b) 和 (c) 分别对应于样品 S_1 , S_2 和 S_3 的 X 射线衍射数据. 从图 1 可以看出, 三个样品的 XRD 图线是一致的, 表明样品 S_1 , S_2 和 S_3 的晶相结构是相同的. 通过与标准衍射卡片对比, 样品 S_1 , S_2 和 S_3 的 XRD 衍射峰数据与 JCPDS NO.

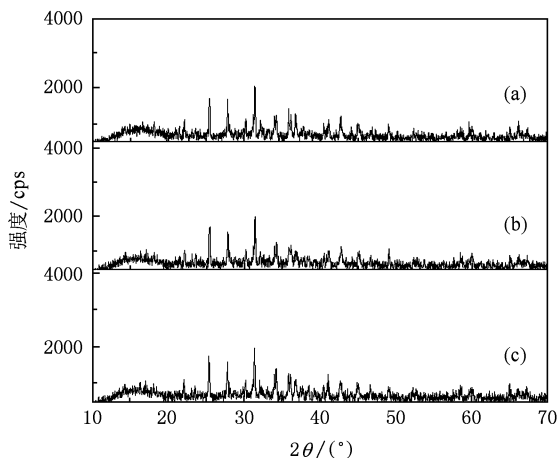


图 1 样品 S_1 (a), S_2 (b) 和 S_3 (c) 的 XRD 图谱

74—1810 卡片数据一致, 显示样品为单相 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ 材料, 表明 Eu^{2+} , Dy^{3+} 或 Nd^{3+} 掺杂没有改变基质材料 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ 的晶相, 且 Dy^{3+} 或 Nd^{3+} 掺杂没有在 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 晶相中引入杂质.

3.2. 光致发光光谱

为了分析样品 S_1 , S_2 和 S_3 的光致发光特性, 测定了样品的光致发光光谱. 图 2 是样品 S_1 , S_2 和 S_3 的光致发光光谱. 图 2 的结果显示, 样品 S_1 , S_2 和 S_3 都有两个发射峰, 位置都分别位于 405 nm 和 486 nm, 这个结果与文献报道是一致的^[13,18], 表明在 Dy^{3+} 或 Nd^{3+} 掺杂的情况下, $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的发光中心是相同的. 样品 S_1 , S_2 和 S_3 的发光中心都是 Eu^{2+} 离子, 发射光谱都是来自 Eu^{2+} 离子的 $4f^65d^1 \rightarrow 4f^7$ 跃迁^[19,20]. 在另一方面, S_1 , S_2 和 S_3 的发射光谱都是连续宽带谱且峰形是一致的, 显示 Eu^{2+} 外层 5d 电子的能级劈裂情况没有发生改变, 表明 Dy^{3+} 或 Nd^{3+} 掺杂不改变 Eu^{2+} 外层 5d 电子的晶体场作用. Eu^{2+} 离子具有丰富的能级和 4f 组态内电子跃迁^[20]. Eu^{2+} 外层 5d 电子的 $4f^65d^1 \rightarrow 4f^7$ 跃迁可以产生从紫外光到红光的发射光谱, 这些主要取决于 Eu^{2+} 外层 5d 电子在晶格结构中氧原子作用的强弱^[20]. 报道指出^[13,21], 在 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ 的晶格结构中, 存在两个不同的 Sr^{2+} 位置, 其中一个位置的 Sr^{2+} 与 6 个 O 原子组成 SrO_6 多面体, 另外一个 Sr^{2+} 与 8 个 O 原子组成 SrO_8 多面体. 由于 Eu^{2+} 的离子半径 (0.112 nm) 与 Sr^{2+} 的离子半径 (0.113 nm) 基本相等, 所以 Eu^{2+} 的离子只会取代晶格结构中两个 Sr^{2+} 的位置而分别形成 EuO_6 和 EuO_8 多面体结构. 在 EuO_6 多面体结构中, Eu^{2+} 受到氧原子的作用小于在 EuO_8 多面体结构中的 Eu^{2+} 离子^[13], 所以前者的劈

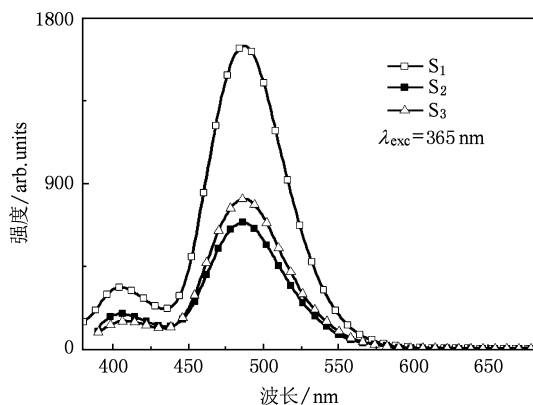


图 2 样品 S_1 , S_2 和 S_3 的光致发射光谱

裂情况小于后者的. 不同劈裂情况 5d 电子的 $4f^6 5d^1 \rightarrow 4f^7$ 跃迁, 分别对应于具有不同发射峰的连续宽带发射谱^[13,22]. 在 EuO_6 和 EuO_8 多面体中 Eu^{2+} 外层 5d 电子 $4f^6 5d^1 \rightarrow 4f^7$ 跃迁分别产生峰值为 486 nm 和 405 nm 的宽带发射谱.

3.3. 余辉衰减曲线

图 3(a) 为样品 S_1 , S_2 和 S_3 的余辉衰减曲线. 图 3(b) 所示为样品 S_1 和 S_3 的余辉衰减曲线放大图. 从图 3(a) 可以看出, 样品 S_2 的余辉特性优于样品 S_1 和 S_3 , 表明 Dy^{3+} 掺杂能够显著提高 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性; 与 Nd^{3+} 比较, Dy^{3+} 掺杂改善材料余辉特性的效果优于 Nd^{3+} 掺杂. 图 3(b) 结果显示, S_3 的余辉特性优于 S_1 , 表明 Nd^{3+} 掺杂能够改善 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性.

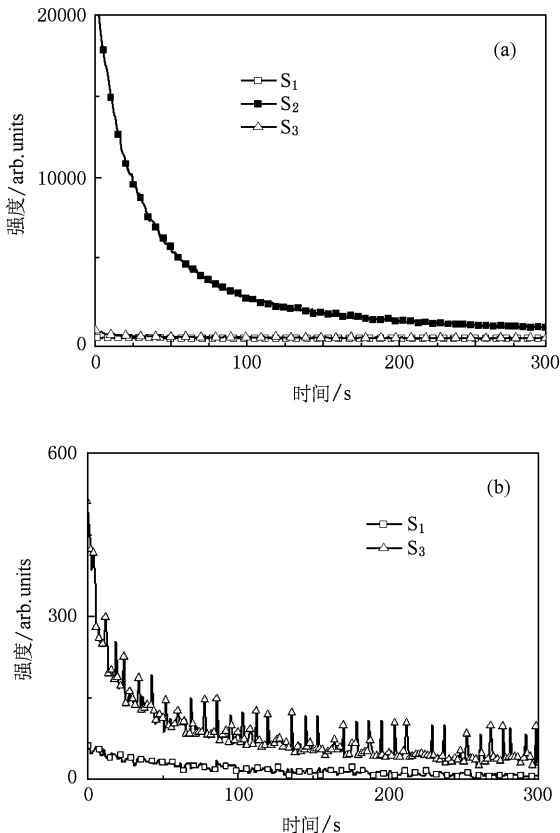


图 3 样品的余辉曲线 (a) 样品 S_1 , S_2 和 S_3 ; (b) 样品 S_1 和 S_3

3.4. 热释光光谱分析

我们知道材料的长余辉性能是与材料的陷阱能级以及陷阱能级中被束缚电子的密度有关^[23]. 一

般认为, 在铝酸锶发光体系中引入适当深度的陷阱能级, 能够改善材料的余辉发光性能. 通常研究陷阱能级的有效手段是测量材料的热释光谱. 图 4 为样品 S_1 , S_2 和 S_3 的热释光光谱, 其中图线 (a), (b) 和 (c) 分别对应于样品 S_1 , S_2 和 S_3 的热释光光谱.

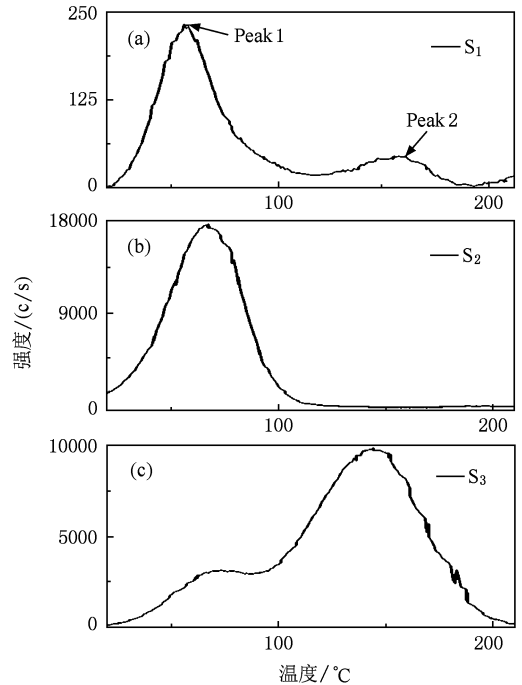


图 4 样品的热释光光谱 S_1 (a), S_2 (b) 和 S_3 (c)

从图 4(a) 可以看出, 在样品 S_1 的热释光光谱中, 存在两个热释峰, 低温和高温热释峰分别命名为 Peak1 和 Peak2, 表明在 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 材料中存在两个不同深度的陷阱能级^[24]. 文献报道^[25,26], 热释光光谱中峰温位置在 50—110 °C 之间的陷阱能级较适于在室温下长余辉的产生. $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的 Peak1 位于区间 50—110 °C 内, 所以其对应的陷阱能级深度较适宜在室温下长余辉的产生.

从图 4(b) 可以看出, 样品 S_2 热释光光谱的峰温位置对应于样品 S_1 的低温热释峰 Peak1, 并且其强度远大于样品 S_1 低温热释峰 Peak1 的强度, 表明 Dy^{3+} 掺杂能够显著提高 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 低温热释峰 Peak1 所对应陷阱能级中被束缚电子的浓度. 由于 Peak1 对应的陷阱能级深度较浅, 所以在室温下束缚在陷阱能级中电子能够逃逸释放出来. 在停止激发至开始测量热释光光谱的不同等待时间间隔内, 由于在室温下陷阱能级中电子的释放, 所测定的热释光光谱的峰强度是不同的, 所以我们可以通

温下陷阱能级中电子的释放.

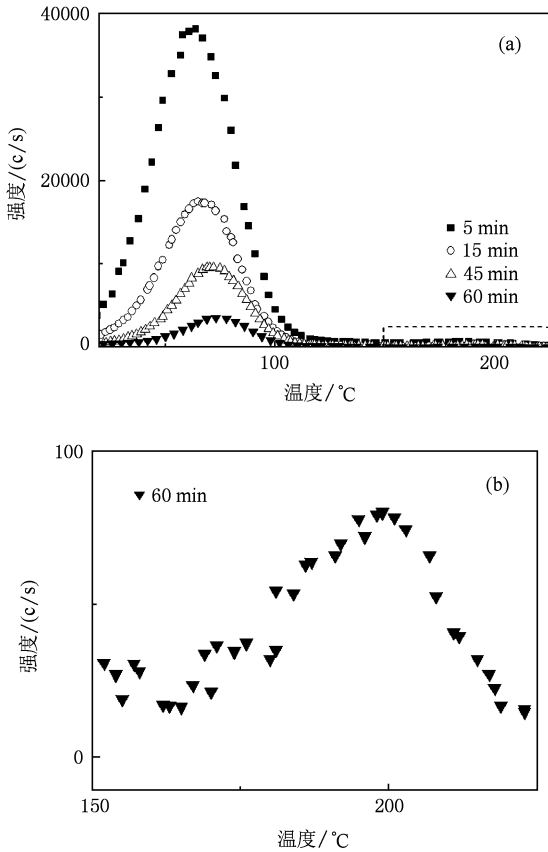


图5 在不同等待时间内样品 S_2 的热释光光谱 (a) 等待时间为 5 min, 15 min, 45 min 和 60 min; (b) 等待时间为 60 min 的虚线部分放大图

图 5(a) 为等待时间分别为 5 min, 15 min, 45 min 和 60 min 样品 S_2 的热释光光谱. 从图 5(a) 可以看出, 随着等待时间的增加, 热释光光谱 Peak1 的强度明显减弱, 表明 Peak1 对应的陷阱能级有利于电子的释出, 这与文献报道是一致^[25,26], 显示 Peak1 所对应陷阱能级中被束缚电子密度的增加能够有效地提高了样品 S_2 的余辉特性, 表明 Dy^{3+} 掺杂能够显著提高 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性. 图 5(b) 为等待时间为 60 min 的热释光光谱在 150—225 °C 温度区间内的放大图. 从图 5(b) 可以看出, 在样品 S_2 中, 在 150—225 °C 温度区间内存在一个强度很弱的高温热释峰. 图 5 的结果显示, Dy^{3+} 掺杂没有改变 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 材料原有浅陷阱能级的深度, 而增加其束缚电子的密度. 由于浅陷阱能级较浅适于在室温下电子的释放, 所以被束缚电子密度的增加显著提高了 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ 的长余辉特性, 表明 Dy^{3+} 掺杂提高了原有浅陷阱能级中被束缚

电子密度, 从而能够显著提高 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的长余辉特性, 与图 3(a) 黑方形点图线结果是一致的.

从图 4(c) 可以看出, 在样品 S_3 的热释光光谱中, 存在两个热释峰, 并且高温热释峰的相对强度明显增强. 对比图 4 中图线(a) 和(c) 的热释峰的位置可以知道, 样品 S_3 的两个热释光峰的位置与样品 S_1 的 Peak1 和 Peak2 是一致的, 显示在 Nd^{3+} 掺杂的情况下, $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 原有的两个陷阱能级深度没有发生改变, 并且深陷阱能级所对应的高温热释峰的强度明显增强. 图 4(c) 的结果表明, Nd^{3+} 掺杂只是增加了原有深陷阱能级中被束缚电子的密度. 通过测量从停止激发至开始测量热释光光谱的不同等待时间间隔内样品 S_3 的热释光光谱可以研究在室温下样品 S_3 深陷阱能级的电子释放. 图 6 为等待时间分别为 15 min, 120 min 和 150 min 样品 S_3 的热释光光谱.

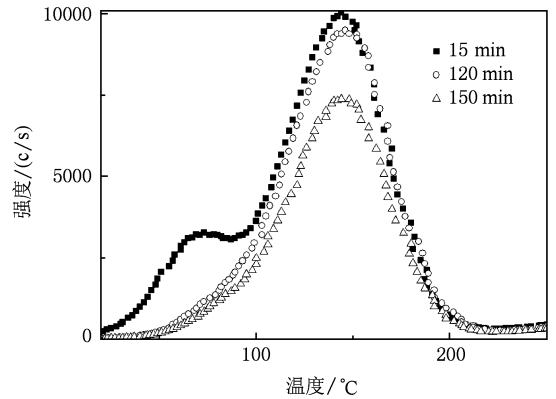


图6 在不同等待时间内样品 S_3 的热释光曲线

从图 6 可以看出, 在室温下, 样品 S_3 的两个热释光峰都在减少, 并且高温热释峰强度的衰减速率小于低温热释峰的衰减速率. 图 6 的结果显示, 深陷阱的电子逸出率小于浅陷阱的电子逸出率, 表明由于样品 S_3 高温热释峰的峰温位置在 50—110 °C 之外, 所以其对应的陷阱深度较深, 不利于在室温下电子的逃逸. 随着等待时间的增加, 浅陷阱能级释放全部电子, 深陷阱能级只释放少量电子. 由于深陷阱能级不利于在室温下电子的逃逸, 所以深陷阱能级中的大量电子不能为改善样品的余辉特性做出直接贡献. 图 6 的结果表明, Nd^{3+} 掺杂能够提高深陷阱中被束缚电子密度, 但不能显著提高室温下 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性, 这与图 3(a) 中空三角形点图线结果是一致的.

上述实验结果表明,在 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 材料中, Dy^{3+} 掺杂不改变原有浅陷阱能级深度,而是增加了 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 原有浅陷阱能级中被束缚电子的密度,从而显著提高了 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性; Nd^{3+} 掺杂增加了原有深陷阱能级中被束缚电子的密度,由于深陷阱能级不利于在室温下电子的逃逸,所以 Nd^{3+} 掺杂不能显著提高室温下 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性. 文献报道^[27],由于掺杂元素的电子库仑势的不同,可能造成了 Dy^{3+} 或 Nd^{3+} 掺杂对不同热释光峰的影响,这需要更深入的研究.

4. 结 论

本文研究了 Dy^{3+} 或 Nd^{3+} 掺杂对 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:$

Eu^{2+} 热释光谱的影响,并探讨 Dy^{3+} 或 Nd^{3+} 掺杂对 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 陷阱能级的影响. 比较 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ 和 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Nd}^{3+}$ 热释光谱,发现在 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 中,已经存在两个深度不同的陷阱能级,浅陷阱能级较适于在室温下长余辉的产生; Dy^{3+} 掺杂显著增加了 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 原有浅陷阱能级中被束缚电子的密度. 浅陷阱能级被束缚电子密度的增加,改善了 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性; Nd^{3+} 掺杂能够显著提高 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 深陷阱能级中被束缚电子的密度,但由于深陷阱能级的深度较深,不利于在室温下电子的脱释,所以深陷阱能级被束缚电子密度的增加,不能够显著改善室温下 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 的余辉特性.

- [1] Meléndre R, Arellano-Tánori O, Pedroza-Montero M, Yen W M, Barboza-Flores M 2009 *J. Lumin.* **129** 679
- [2] Arellano-Tánori O, Meléndre R, Pedroza-Montero M 2008 *J. Lumin.* **128** 173
- [3] Wang G H, Liang X P, Gu Y F 2008 *Spect. and Spect. Analy.* 28 1020 (in Chinese) [王光辉、梁小平、顾玉芳 2008 光谱学与光谱分析 **28** 1020]
- [4] Zhu Y, Zheng M T, Zeng J H 2009 *Mater. Chem. and Phys.* **113** 721
- [5] He Z Y, Wang X J, Yen W M 2006 *J. Lumin.* **119** 309
- [6] Lian Z H, Li C Y, Wang R S 2006 *Chin. J. Lumin.* **27** 489 (in Chinese) [谦志红、李成宇、王瑞生等 2006 发光学报 **27** 489]
- [7] Suriyamurthy N, Panigrahi B S 2008 *J. Lumin.* **128** 1809
- [8] Zhang L J, Hua Y L, Wu X M, Zhang G H, Wang Y, Yin S G 2008 *Acta. Phys. Sin* **57** 1913 (in Chinese) [张丽娟、华玉林、吴晓明、张国辉、王 宇、印寿根 2008 物理学报 **57** 1913]
- [9] Wang L H, Xu Z, Zhao H, Xu C Z 1998 *Journal of Northern Jiaotong University* **22** 41 (in Chinese) [王丽辉、徐 征、赵 辉、徐长征 1998 北方交通大学学报 **22** 41]
- [10] Matsuzawa T, Aoki Y, Takeuchi T, Murayama Y 1996 *J. Elec. Soc.* **143** 2670
- [11] Aitasalo T, Hölsä J, Jungener H, Krupa J, Lastusaari M, Legendziewicz J, Niittykoski J 2004 *Radia. Meas.* **38** 727
- [12] Suriyamurthy N, Panigrahi B S 2008 *J. Lumin.* **128** 1809
- [13] Zhao X Y, Cheng K C, Da L M 2004 *J. Lumin.* **368** 274
- [14] Toh K, Nagata S, Tsuchiya B, Shikama T 2006 *NIM B* **249** 209
- [15] Jia W, Yuan H, Lu L, Liu H, Yen W M 1998 *J. Lumin.* **76-77** 424
- [16] Liang L, Chang C, Mao D, Feng C 2004 *J. Alloys Comp.* **377** 211
- [17] Katsumata T, Toyomane S, Tonegawa A, Kanai Y, Kaneyama U 2002 *J. Cryst. Growth* **237-239** 361
- [18] Peng M Y, Pei Z W, Hong G Y, Su Q 2003 *Chem. Phys. Letters* **371** 1
- [19] Poort S H M, Blokpoel W P, Blasse G 1995 *Chem. Mater.* **7** 1547
- [20] Wu Y, Shi C S 1994 *Rare Earth* **15** 41 (in Chinese) [吴 郢、石春山 1994 稀土 **15** 41]
- [21] Wang D, Wang M 1999 *J. Mater. Sci.* **34** 4959
- [22] Nakamura T, Kaiya K, Takahashi N, Matsuzawa T 1999 *Chem. Phys.* **1** 4011
- [23] Bos A J J 2007 *Radiat. Meas.* **41** S45
- [24] Guo C F, Tang Q, Zhang C X, Huang D X, Su Q 2007 *J. Lumin.* **126** 333
- [25] Li C Y, Su Q, Qiu J R 2003 *Chin. J. Lumin.* **24** 19 (in Chinese) [李成宇、苏 镛、丘建荣 2003 发光学报 **24** 19]
- [26] Luo X X, Yu J J, Lin G X, Xiao Z Q, Duan J X, Xiao Z G 2002 *Chin. J. Lumin.* **23** 497 (in Chinese) [罗昔贤、于晶杰、林广旭、肖志强、段锦霞、肖志国 2002 发光学报 **23** 497]
- [27] Liu B, Su C S, Zhou D F, Qi Z M, Hu G Q, Tang H G 2001 *Acta. Phys. Sin* **50** 1627 (in Chinese) [刘 波、施朝淑、周东方、戚泽明、胡关钦、汤洪高 2001 物理学报 **50** 1627]

Influence of doping of $\text{Dy}^{3+}/\text{Nd}^{3+}$ on the trap levels of $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ *

Deng Liu-Yong Hu Yi-Hua[†] Wang Yin-Hai Wu Hao-Yi Xie Wei

(*Physice and Optoelectronic Engineering of Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China*)

(Received 22 June 2009 ; revised manuscript received 18 September 2009)

Abstract

The $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, Dy^{3+} and $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, Nd^{3+} samples were synthesized by the conventional solid state reaction method. The influence of doping of Dy^{3+} or Nd^{3+} on trap levels of $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ were studied. The results indicated that there are two trap levels with different depths, as shown in the thermoluminescence spectra of $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, and the shallow trap level is suitable for electrons to escape at room temperature. The dopant Dy^{3+} enhances the concentration of electrons trapped by the shallow trap levels, leading to the notable increase of afterglow of $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$. The concentration of electrons trapped by deep trap levels were is by doping with Nd^{3+} . Since the deep trap level is not appropriate for electron to escape at room temperature, the dopant of Nd^{3+} does not improve the room temperature afterglow .

Keywords: trap level, $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, thermoluminescence

PACC: 6740X, 6170R, 7155

* Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grand Nos. 20671022, 20871033).

[†] Corresponding author. E-mail: huyh@gdut.edu.cn (Y. Hu)