

文章编号: 1000-7032(2010)05-0732-05

白光 LED 用 Eu^{2+} 离子激活含氮铝酸盐发光粉的制备

柏朝晖, 张希艳*, 朱宏苑, 张舒婷, 吕建军, 周晓宸

(长春理工大学材料科学与工程学院, 吉林 长春 130022)

摘要: 采用高温固相反应法制备 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$: Eu^{2+} 发光材料。发光光谱分析表明, 该材料在 400~550 nm 可见光激发下, 发射光谱为峰值波长为 600 nm 的宽带谱。XRD 分析结果显示, $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 与 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 的晶体结构相同。研究了 Eu^{2+} 离子浓度对材料发光性能的影响, 结果表明随着 Eu^{2+} 离子浓度的增加, 材料的发光强度呈现出先增强后减弱的趋势, 当 Eu^{2+} 浓度为 15% 时, 发光强度最大。根据 Dexter 理论, 其浓度猝灭机理是电四极-电四极的相互作用。引入 Ce^{3+} 作为敏化剂, 样品的发光强度明显增强。

关键词: 发光; $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$; 发光粉; Eu^{2+}

中图分类号: O482.31

PACS 78.55.Hx

PACC: 78.55

文献标识码: A

1 引 言

白光 LED 由于具有体积小、发热量低、耗电量小、寿命长、反应速度快、环保和可平面封装、易开发成轻、薄、巧、小产品等优点, 被称为继白炽灯、荧光灯和高压气体放电灯后的第四代光源^[1,2]。目前, 白光 LED 主要是利用 InGaN 基蓝色发光二极管芯片与 YAG:Ce 黄色发光粉组合的方式实现, 由于缺少红色而使器件的显色指数偏低。为提高白光 LED 器件的显色指数, 常向其中添加可被蓝光激发的硫化物红色发光粉, 但由于硫化物化学稳定性差, 将影响器件的使用性能。因此, 可被蓝光激发的红色荧光材料的研究迫在眉睫^[3,4]。目前, 除了硫化物以外, 正在研究的可被蓝光激发的红色发光材料主要有硅基氮化物和 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 基质材料。与铝酸盐相比, 氮化物具有更好的化学稳定性^[5]。本文尝试以 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 为基质, Eu^{2+} 为激活剂, 以部分氮占据氧的晶格节点, 制备 Eu^{2+} 离子激活的含氮铝酸盐样品, 研究其发光性能, 为高显色指数白光 LED 的研究奠定基础。

2 实 验

2.1 样品合成

采用高温固相反应法制备 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$:

Eu^{2+} ($x = 2$) 发光材料。以 SrCO_3 (AR), AN (AR), Eu_2O_3 (99.99%), CeO_2 (99.99%) 为原料, 按 Sr/Al (物质的量的比) 为 3/2 确定 SrCO_3 和 AN 的用量, 取 0.5%~10% 的 Eu_2O_3 作激活剂, 0.5%~2% 的 CeO_2 作为敏化剂, 使铈离子和铕离子(铈离子)的原子数之和等于 3。将各原料按比例称量, 在玛瑙研钵中充分混磨后放入刚玉坩埚并置于装有碳粒的大坩埚中, 后在箱式炉中以 200 °C/h 升温速率加热至 1300~1500 °C 保温 3 h, 经冷却、研磨、洗涤、干燥, 制得粉末样品。

2.2 表征

采用日本 Rigaku Ultima IV 型 X 射线衍射 (XRD) 射仪进行物相分析, Cu 靶, 管电压 40 kV; 工作电流 20 mA, $\text{K}\alpha_1$ 辐射 ($\lambda = 0.15406$ nm), 步进扫描, 4°/min, 衍射狭缝 DS 1°, 记录 2 θ 为 10°~90° 衍射数据。采用日本岛津 RF-5301PC 型荧光分光光度计测定样品的激发光谱和发射光谱, 激发光源为 150 W Xe 灯, 扫描速度 2 nm·s⁻¹, 狭缝带通 5 nm。

3 结果与讨论

3.1 物相分析

图 1 是 Eu^{2+} 的掺杂量为 15% 时合成 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6.3/2}\text{N}_x$: Eu^{2+} 样品的 XRD 图。由图可见, 其衍射峰位置与

收稿日期: 2010-06-28 修订日期: 2010-07-05

基金项目: 吉林省科技发展计划 (20080511, 20090348); 吉林省教育厅“十一五”科学技术研究项目 (2009JT10) 资助项目

作者简介: 柏朝晖 (1967-), 女, 吉林长春人, 教授, 主要从事稀土发光材料的研究。

E-mail: zhaohuiba@126.com, Tel: (0431) 85583036

*: 通讯联系人; E-mail: xiyizhang@126.com, Tel: (0431) 85583015

$\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 标准卡 (PDF 卡号 24-1187) 基本吻合。可见合成的 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 具有 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 的晶体结构, 一定量的 N^{3-} 和 Eu^{2+} 的引入并未改变其晶体结构特点, 为立方晶系晶体, 空间群为 $Pa\bar{3}$ 。图 1 中未见 AN 的特征衍射峰, 表明原料中的 AN 已完全参与反应, 由于 N^{3-} 和 O^{2-} 均为阴离子且离子半径相当, 因此 N^{3-} 占据 O^{2-} 的晶格节点, 为维持电价平衡, 2 个 N^{3-} 可取代 3 个 O^{2-} , 在结构中留下一个氧空位。另外, Eu^{2+} 离子半径和 Sr^{2+} 离子半径十分接近, 因此 Eu^{2+} 离子占据 Sr^{2+} 离子的晶格节点。合成样品中各元素的准确化学计量比有待进一步研究。

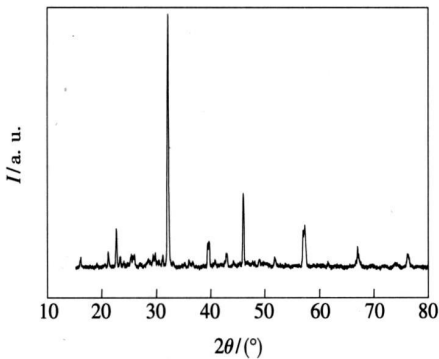


图 1 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 的 XRD 图

Fig 1 XRD pattern of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ phosphor

3.2 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 的发光性能分析

图 2 为 Eu^{2+} 的掺杂量为 15% 时 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 样品的激发光谱, 监测波长为 600 nm。由图可见 400~550 nm 的可见光均能有效激发该材料, 且在 420~500 nm 间具有高激发强度, 恰好与 InGaN 蓝光芯片的发光波长相当。由于白光 LED 用蓝光芯片在使用过程中由于温度升高会使发射波长产生少许波动, 该材料在 460 nm 左右的宽激发带, 使得发光材料的发光效率不会因使用过程

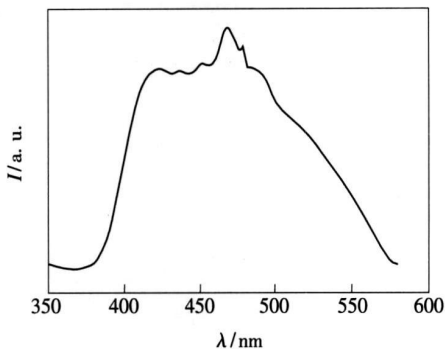


图 2 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 的激发光谱

Fig 2 The excitation spectrum of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$

中蓝光芯片发光波长变化而下降。

图 3 为 460 nm 蓝光激发下测试样品的发射光谱。由图可见, 样品的发射光谱为宽带发射, 没有观察到与 Eu^{3+} 离子对应的 $f-f$ 线状发射峰, 表明合成的 Eu 离子激活 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 样品中所有 Eu 离子均以二价态形式存在, 对应的橘红色宽带发射源于 Eu^{2+} 的 $4f^7 5d^1 \rightarrow 4f^7 (^8S_{7/2})$ 跃迁。 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 的发射谱为不对称宽带谱, 根据固体发光理论可断定它是由若干发射带迭加而成的, 说明 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 中的 Sr^{2+} 存在不同的配位环境。Chakraborty^[6,7] 对 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 晶体结构的研究表明, $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 结构中存在 $[\text{SO}_6]$ 、 $[\text{SO}_7]$ 、 $[\text{SiO}_8]$ 、 $[\text{SiO}_9]$ 4 种不同的配位多面体。因为 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 具有与 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 相同的晶体结构特点, 因此也应含有多种配位多面体, 从而存在不同的配位环境。Van Uitert^[8] 研究了 Eu^{2+} 离子在硫化物、氧化物, 以及铝酸盐体系中 5d 激发态带边位置与配位数的关系, 并给出了经验公式:

$$E = Q [1 - (V/4)^{1/V} \times 10^{-(n \times ea \times r)^{1/8}}], \quad (1)$$

式 (1) 中 E 为 5d 激发态低能带边位置 (cm^{-1}), Q 为自由离子的低 d 带边的能量位置, 对于 Eu^{2+} 其值为 $34\,000\text{ cm}^{-1}$; V 是激活剂离子的化合价, 此处取 $V=2$; n 为配位数; ea 是形成阴离子的配位原子的电子亲和能 (eV), 当存在不同的离子配位时, 电子亲和能按数值较小的计算; r 是被激活剂离子所取代的阳离子半径 (nm), 此处即 Sr^{2+} 半径。Van Uitert 曾指出, 对简单化合物来说, 氧的 ea 为 1.17 eV, 而在 $\text{Y}_3\text{Al}_2\text{O}_{12}$ 和 Gd_2O_3 中, ea 为 1.60 eV, 考虑本文研究的材料也可认为是一种铝酸盐, 此处 ea 亦取 1.60 eV。由文献 [9] 可知, 当 $n=6, 7, 8, 9$ 时, Sr^{2+} 的离子半径 r 分别为 0.118, 0.121, 0.126, 0.131 nm。将上述数据代入式 (1)

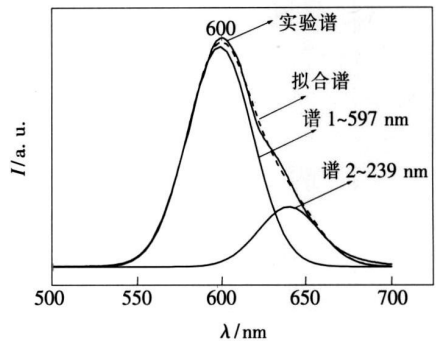


图 3 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 的发射光谱

Fig 3 The emission spectrum of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$

得到 Eu^{2+} 离子占据 $n = 6 \sim 9$ 不同配位 Sr^{2+} 节点位置时其低 d 带的能量位置分别为 $16\ 650$, $17\ 726$, $18\ 889$, $20\ 033\ \text{cm}^{-1}$, 对应的波长分别为 600 , 564 , 529 , $499\ \text{nm}$ 。图 3 为 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 样品的发射光谱和高斯拟合曲线, 由图可见发射光谱由两个峰值波长分别为 $639\ \text{nm}$ 和 $597\ \text{nm}$ 的子发射带组成, 对应的能量值分别为 $15\ 649\ \text{cm}^{-1}$ 和 $16\ 750\ \text{cm}^{-1}$, 两个子带的能量差为 $1\ 101\ \text{cm}^{-1}$ 。对比理论计算结果和实际测量值发现, $n = 6$ 时低 d 带的能量位置 $16\ 650\ \text{cm}^{-1}$ 和实际光谱中峰值为 $597\ \text{nm}$ 子发射带的 $16\ 750\ \text{cm}^{-1}$ 相差很小, 说明 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 结构中可能存在六配位的锶离子, 而实际光谱中的另一子发射带的峰值波长大于理论计算得到的任意 $n = 7, 8, 9$ 对应的波长, 表明 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 中 Sr^{2+} 的配位数 ≤ 6 , 分析其产生的原因主要是因为结构中 Sr^{2+} 配位的 O^{2-} 离子中部分被 N^{3-} 离子所取代, 而 N^{3-} 的离子半径大于 O^{2-} 的离子半径, 导致 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$ 中与 Sr^{2+} 配位的 O^{2-} (N^{3-}) 数目小于 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 。由于 Eu^{2+} 离子占据了六配位和低于六配位的两种不同配位环境的 Sr^{2+} 离子, 从而形成 $597\ \text{nm}$ 和 $639\ \text{nm}$ 两个不同的发射峰位置。其中, 峰值位于 $639\ \text{nm}$ 的子发射带源于低配位配位多面体中的 Eu^{2+} , 原因是配位数越低, $\text{Eu}-\text{O}$ (N) 的键强相对大, 周围离子对 Eu^{2+} 的作用就相对强, 导致 $5d$ 能级劈裂大, 使发射峰的波长红移。两个子发射峰的发光强度不同可能是因为位于两种不同晶格节点位置的发光中心离子数目不同所致。

LED 结点温度的变化会影响光输出、波长及光谱宽度^[10]。因此, LED 用发光粉的温度依赖特性非常重要。实验中, 将所制备的发光粉分别在

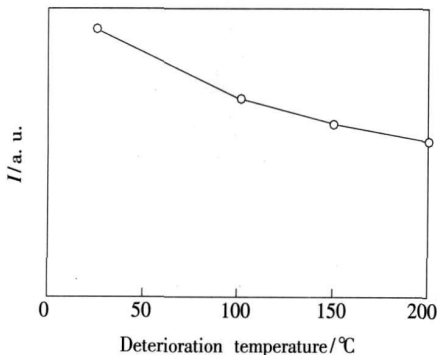


图 4 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 发光粉的劣化分析

Fig 4 Deterioration analysis of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ phosphors

100 , 150 , $200\ ^\circ\text{C}$ 环境中放置 $2\ \text{h}$ 后测试其发光性能。测试结果如图 4 所示, 随着环境温度的升高, 发光粉的相对发光强度有所降低, 但下降幅度很小, 表明在 $25 \sim 200\ ^\circ\text{C}$ 范围内, 发光粉的温度特性较好, 可满足白光 LED 对发光粉的温度稳定性要求。

3.3 Eu^{2+} 离子掺杂量对样品发光性能的影响

实验研究了 Eu^{2+} 离子掺杂量分别为 1% , 5% , 10% , 15% , 20% 时样品的发光性能。结果表明, Eu^{2+} 离子浓度不同, 发射光谱的形状及发射峰的位置不变, 只是发光强度不同。图 5 为 Eu^{2+} 浓度与发光强度关系曲线, 由图可见, 材料发光强度呈现出先增强后减弱的趋势, 当 Eu^{2+} 浓度为 15% 时, 发光强度最大, 即存在浓度猝灭效应。这是因为随着 Eu^{2+} 离子量的增加, 结构中发光中心离子增多, Eu^{2+} 吸收的能量增多, 而导致发光增强。随着 Eu^{2+} 离子的增加, Eu^{2+} 离子间距离逐渐减小, 相互作用增强, 能量传递加快。当 Eu^{2+} 离子摩尔分数为 15% 时发光强度达到最大值, 这时 Eu^{2+} 离子之间的能量传递速率与 Eu^{2+} 离子能量发射速率相等, Eu^{2+} 离子的发光达到最大值。继续增加 Eu^{2+} 离子浓度, 则能量传递的几率大于荧光发射的几率, 材料的激活能就能从一个激活剂离子通过晶格传递到另一个激活剂离子, 由于晶格本身存在空位等缺陷, 激活能最终会由于这些缺陷的存在而转变为热振动能释放, 导致材料的发光强度减弱, 同时 Eu^{2+} 离子浓度增加使晶格畸变加剧, 从而发生浓度猝灭^[11]。该过程可通过 Dexter 能量共振理论^[12]来解释。Dexter 认为, 在非半导体无机材料中激活剂离子的浓度猝灭, 是由于在一定的激活剂离子间距内, 粒子之间的多电极或磁偶极子相互作用引起。如果能量的传输

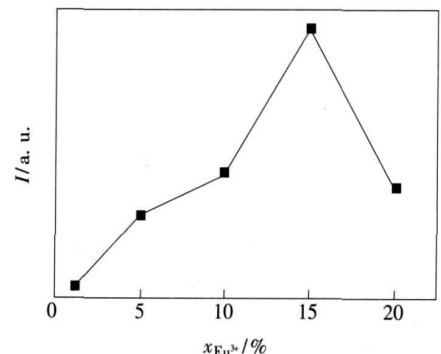


图 5 Eu^{2+} 离子的掺杂量与发光强度关系曲线

Fig 5 The emission intensity of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ as a function of the Eu^{2+} concentration

发生在同一类原子之间, 那么交互作用强度可以通过发射光谱的强度来确定。每个发光中心的发光强度 I 与浓度 x 遵循下面的经验公式:

$$\lg(I/x) = c - (\theta/3) \lg x \quad (2)$$

公式中 I 是样品的发光强度, x 是 Eu^{2+} 的摩尔分数, θ 确定猝灭类型的系数。 $\theta = 6, 8, 10$ 分别代表电偶极-电偶极、电偶极-电四极、电四极-电四极之间的相互作用。 Eu^{2+} 离子摩尔分数大于 15% 时, 以 $\lg(I/x)$ 为纵轴, $\lg x$ 为横轴作图如图 6 所示。由图可计算得到直线的斜率为 -3.35 则 θ 值为 10.07, 近似等于 10, 说明 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 中发光中心的浓度猝灭主要是由电四极-电四极的相互作用引起的。

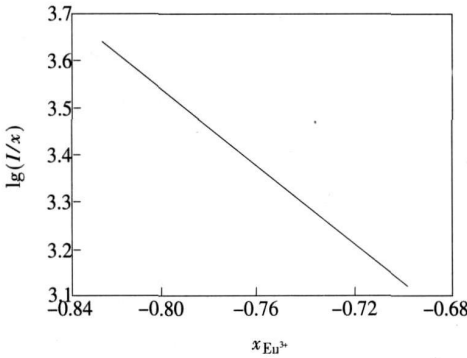


图 6 $\lg(I/x)$ 与 $\lg x$ 的关系

Fig 6 $\lg(I/x)$ as a function of $\lg x$

3.4 Ce^{3+} 离子引入对 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 发光性能的影响

图 7 是 Eu^{2+} 离子摩尔分数为 15%, Ce^{3+} 离子的摩尔分数分别为 1%, 2%, 3%, 4% 的样品在 460 nm 激发下的发射光谱。与单掺 Eu^{2+} 离子的样品的发射光谱对比发现, 共掺 Ce^{3+} 离子的样品的发射波长峰值和形状基本未变, 适量 Ce^{3+} 离子的引入使发射光强度明显增强, 说明 Ce^{3+} 离子对 Eu^{2+} 离子的发光起到了敏化作用。其原因可用以下观点解释, $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$ 的结构中, 由于 Eu^{2+} 和 Ce^{3+} 的离子半径与 Sr^{2+} 的离子半径相近, 因此 Eu^{2+} 和 Ce^{3+} 离子均占据 Sr^{2+} 的晶格

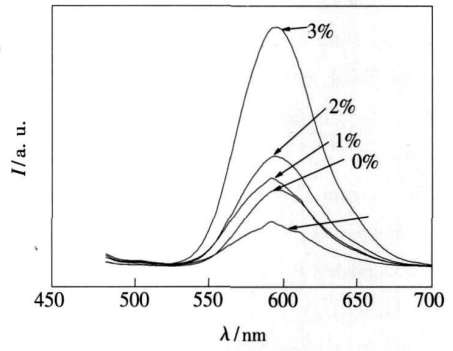


图 7 Eu^{2+} 离子和 Ce^{3+} 离子共掺样品的发射光谱
Fig 7 The emission spectrum of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$

节点。由于 Ce^{3+} 离子和 Sr^{2+} 离子是不等价离子置换, 为了稳定晶格, 各个 Ce^{3+} 离子倾向于相间数个 Sr^{2+} 离子, 部分 Eu^{2+} 临近 Ce^{3+} 。由于 Ce^{3+} 离子对 Eu^{2+} 离子较强的静电作用, 导致 Eu^{2+} 电子云发生变形, 偏离电荷中心, 电子云偏向 Sr^{2+} 离子, Eu^{2+} 离子的电子云变形致使 Eu^{2+} 离子的 4f 层的电子有更多的穿过价带, 进入到禁带中, 从基态跃迁到激发态的电子以及激发态上被空穴俘获的电子增多, 所以 Ce^{3+} 逐步加入提高了发射光强度。 Ce^{3+} 离子继续增大, 将提高局部晶场的对称性, 减小 Eu^{2+} 离子电子云的畸变, 使发射光强度减弱。

4 结 论

采用高温固相反应法制备的 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 具有与 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 相同的晶体结构。该荧光材料在 400~550 nm 可见光激发下, 可发出峰值波长为 600 nm 的橘红色光, 其不对称宽带发射光谱可分解为峰值分别为 597 nm 和 639 nm 的两个子发射带, 分别来自于位于六配位和低于六配位的配位多面体中的发光中心 Eu^{2+} 离子。 Eu^{2+} 离子的最佳掺杂摩尔分数为 15%, 根据 Dexter 理论, 发光中心离子浓度猝灭机理是电四极-电四极的相互作用。引入 Ce^{3+} 作为敏化剂, $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ 的发光强度明显增强。

参 考 文 献:

[1] Su Qiang, Wu Hao, Pan Yuxiao, et al. Rare earth luminescent materials for white LED solid state lighting [J]. *J. Chin. Soc. Rare Earths* (中国稀土学报), 2005, 23(5): 513-518 (in Chinese).
[2] Liu Xingren. Phosphors for white LED solid state lighting [J]. *Chin. J. Lum. (发光学报)*, 2007, 28(3): 291-301

(in Chinese).

- [3] Li Xu, Yang Yong, Yang Zhiping *et al.* Fabrication and properties of Eu^{3+} doped $\text{La}_2\text{Mg}_2\text{O}_9$ red phosphor [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2008, **29**(1): 93-96 (in Chinese).
- [4] Yang Yi, Jin Shangzhang, Shen Changyu *et al.* Spectral properties of alkaline earth composite silicate phosphors for white-LED [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2008, **29**(5): 800-804 (in Chinese).
- [5] Xie Rongjun, Naito Hiroaki. Silicon-based oxynitride and nitride phosphors for white LEDs: A review [J]. *Science and Technology of Advanced Materials*, 2007, (7-8): 588-600.
- [6] Chakoumakos B C, Lager G A, Fernandez Baca J A, *et al.* Refinement of the structures of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ and the hydrogarnet $\text{Sr}_3\text{Al}_2(\text{O}_6\text{D}_4)_3$ by rietveld analysis of neutron powder diffraction data [J]. *Acta Cryst. C*, 1992, **48**(3): 414-419.
- [7] Zhang Ping. New Synthesis Technology and Luminescence Properties of Strontium Aluminate System Long Afterglow Phosphors with Flower-like Morphology [D]. Tianjin: Tianjin University, 2006.
- [8] Van Uitert. An empirical relation fitting the position in energy of the lower d-band edge for Eu^{2+} or Ce^{3+} in various compounds [J]. *J. Lum in.*, 1984, **29**(1): 1-9.
- [9] Zhang Qitu. *Foundation of Inorganic Material Science* (无机材料科学基础) [M]. Shanghai: East China University of Science and Technology Press, 2007. 337-339.
- [10] Luo Xiaohua, Cao Wanghe, Sun fei. Research progress on broad excitation band silicate luminescent materials for WLEDs [J]. *Chinese Science Bulletin* (科学通报), 2008, **53**(9): 1010-1016 (in Chinese).
- [11] Blasse G, Warmaker W L, Vungtler J W, *et al.* Fluorescence of Eu^{2+} activated silicates [J]. *Philips Res. Rep.*, 1968, **23**: 189-193.
- [12] Dexter D L, Schuman J H. Concentration and excitation effects in multiphonon non-radiative transitions of rare-earth ions [J]. *J. Chem. Phys.*, 1954, **22**(5): 1063-1067.

Preparation of Eu^{2+} -activated Aluminate Doped by N Phosphors for White LED

BAI Zhao-hui, ZHANG Xiryan, ZHU Hong-yuan, ZHANG Shu-ting, LU Jian-jun, ZHOU Xiaochen
(School of Materials Science and Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China)

Abstract The $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ phosphor was synthesized by solid-state reaction method. The study of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ spectra indicated that the emission spectra was the broad band spectra peaking at 600 nm when exciting at 400~550 nm. The XRD results showed that the crystal structure of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ was the same as $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$. Effect of Eu^{2+} concentration on luminescent intensity of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$ phosphor was investigated. The results showed that the luminescent intensity firstly increased with increasing Eu^{2+} content and then decreases. The Eu^{2+} content corresponding to the maximal luminescent intensity is 15%. According to Dexter theory, the concentration quenching mechanisms are the q-q (quadrupole-quadrupole) interaction. The emission intensity of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x:\text{Eu}^{2+}$, Ce^{3+} is higher than that of the other phosphor activated by Eu^{2+} only.

Key words luminescence; $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_{6-3x/2}\text{N}_x$; phosphor; europium

CLC number O482.31

PACS 78.55.Hx

PACC 7855

Document code A