

文章编号: 1000-7032(2010)05-0719-05

Ce³⁺、Tb³⁺ 在 SrZnP₂O₇ 材料中的发光及能量传递

李盼来¹, 刘海燕², 王志军¹, 杨志平¹, 李旭¹, 杨艳民¹

(1. 河北大学 物理科学与技术学院, 河北 保定 071002; 2. 河北大学 工商学院, 河北 保定 071002)

摘要: 采用高温固相法制备了 Ce³⁺、Tb³⁺ 激活的 SrZnP₂O₇ 材料, 并研究了材料的发光性质。在 290 nm 紫外光激发下, SrZnP₂O₇:Ce³⁺ 材料的发射光谱为双峰宽谱, 主峰位于 329 nm。SrZnP₂O₇:Tb³⁺ 材料的发射光谱由 420, 443, 491, 545, 587, 625 nm 六个峰组成, 分别对应 Tb³⁺ 的 ⁵D₃→⁷F₅, ⁵D₃→⁷F₄, ⁵D₄→⁷F₆, ⁵D₄→⁷F₅, ⁵D₄→⁷F₄ 和 ⁵D₄→⁷F₃ 特征发射; 监测 545 nm 最强发射峰, 所得激发光谱覆盖 200~400 nm, 主峰为 380 nm。研究了 Ce³⁺、Tb³⁺ 在 SrZnP₂O₇ 材料中的能量传递过程, 发现, Ce³⁺ 对 Tb³⁺ 具有很强的敏化作用, 提高了 SrZnP₂O₇:Tb³⁺ 材料的发射强度, 当 Ce³⁺ 摩尔分数为 3% 时, SrZnP₂O₇:Tb³⁺ 材料的发射强度提高了近 2 倍。引入电荷补偿剂可提高 SrZnP₂O₇:Tb³⁺ 材料的发射强度, 其中以掺入 Li⁺ 和 Cl⁻ 时效果最明显。

关键词: 发光; SrZnP₂O₇; Ce³⁺; Tb³⁺; 能量传递

中图分类号: O644 O482.31

PACS 78.55.Hx

PACC 3250F; 7855

文献标识码: A

1 引 言

1997 年, 日本日亚化学公司将蓝光 GaN 管芯与 YAG:Ce 黄色发光粉组合获得了白光 LED^[1], 随着白光 LED 的发展, 白光 LED 用发光粉成为了研究热点。然而, 这样的白光 LED 的发光颜色随驱动电压和发光粉涂层厚度变化, 因此存在色温高、显色指数低等问题。为解决上述问题, 可采用紫外-近紫外 (350~410 nm) InGaN 管芯激发三基色发光粉实现白光 LED, 由于人眼对 350~410 nm 波段不敏感, 因此这类白光 LED 的颜色只由发光粉决定, 其颜色稳定、显色指数高, 被认为是新一代白光 LED 照明的主导, 而适于该波段激发的三基色发光材料亦成为该领域研究的热点之一。目前, 这方面的研究多集中于硅酸盐、氮化物、钼酸盐和硼酸盐等材料^[2-10]。此外稀土磷酸盐也是一类性能优良的基质材料, 因其合成温度低, 物理化学稳定性好而受到广泛关注。如, Liu 等研究了 LiSiPO₄:Eu²⁺ 材料的发光特性^[11]; Hao 等研究了 α-Ca₂P₂O₇:Eu²⁺, Mn²⁺ 材料的发光特性^[12]; Yang 等通过 Eu/Mn 共激活 SrZn₂(PO₄)₂ 实现了单一基质中的白光发射^[13]; Nagpure 等研

究了 Dy³⁺ 和 Eu²⁺ 在 M₅(PO₄)₃F (M = Ba, Sr, Ca) 材料中的发光特性^[14]。然而, 对于 Tb³⁺ 和 Ce³⁺ 在 SrZnP₂O₇ 材料中发光特性的研究还未见报道。基于此, 本文以 Tb³⁺ 和 Ce³⁺ 为激活剂, SrZnP₂O₇ 为基质, 制备发光材料, 研究材料性质, 为白光 LED 的发展提供参考。

2 实 验

2.1 材料制备

采用高温固相法制备 SrZnP₂O₇:Tb³⁺、SrZnP₂O₇:Ce³⁺ 和 SrZnP₂O₇:Ce³⁺, Tb³⁺ 材料。将原料 SrCO₃ (A. R.), ZnO (A. R.), NH₄H₂PO₄ (A. R.), Li₂CO₃ (A. R.), Na₂CO₃ (A. R.), K₂CO₃ (A. R.), NH₄Cl (A. R.)、高纯 Tb₄O₇ (99.99%) 和 CeO₂ (99.99%) 按所设计的化学计量比称量, 研磨均匀, 置于刚玉坩埚, 于 900 °C 灼烧 3 h 制得材料。

2.2 仪 器

采用美国 XRD6000 型衍射仪 (辐射源为 Cu Kα, 40 kV, 40 mA, λ = 0.154 06 nm, 扫描速度为 8°/min 步长 0.02°, 扫描范围 10°~50°) 测定样品的粉末衍射图。采用日本岛津 RF-540 荧光分光光度计测量材料的激发与发射光谱 (激发源为

收稿日期: 2009-10-14 修订日期: 2009-12-27

基金项目: 国家自然科学基金 (50902042); 河北省自然科学基金 (E2009000209 E2010000283); 河北省教育厅基金 (2009J13) 资助项目

作者简介: 李盼来 (1978-), 男, 河北河间人, 主要从事发光材料及信息处理的研究。

E-mail: lipanla@sohu.com, Tel: (0312) 5079423

150W 氙灯,分辨率为 0.1 nm)。所有测量均在室温下进行。

3 结果与讨论

3.1 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的晶体结构

SrZnP_2O_7 属于单斜晶系,具有 $P21/n(14)$ 空间群结构,晶格常数 $a = 0.5299 \text{ nm}$, $b = 0.8198 \text{ nm}$, $c = 1.272 \text{ nm}$ 。图 1 为 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的 XRD, Tb^{3+} 的摩尔分数为 3%, 比较发现, 其衍射峰数据与 JCPDS No. 49-1026 卡片数据一致, 即晶体结构并未因 Tb^{3+} 的加入而改变。同样, $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 和 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ 也表现出相同的结构特征, 这里不再赘述。

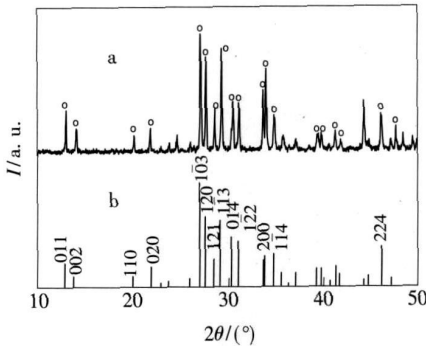


图 1 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的 XRD 图

Fig 1 XRD patterns of $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ phosphor: (a) $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$; (b) SrZnP_2O_7 (JCPDS No. 49-1026).

3.2 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 和 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 材料的激发与发射光谱

图 2 为 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的激发与发射光谱, Tb^{3+} 的摩尔分数为 3%。 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的发射光谱由 420, 443, 491, 545, 587, 625 nm 六个峰组成, 分别对应 Tb^{3+} 的 $^5\text{D}_3 \rightarrow ^7\text{F}_5$, $^5\text{D}_3 \rightarrow ^7\text{F}_4$, $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_6$, $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_5$, $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_4$ 和 $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_3$ 特征发射^[7]; 监测 545 nm 最强发射峰, 所得激发光谱覆盖 200~400 nm, 主峰为 380 nm, 其中 200~300 nm 短波段对应 Tb^{3+} 的 $4f^8 \rightarrow 4f^7 5d^1$ 跃迁; 300~400 nm 长波段对应 Tb^{3+} 的 $4f^7 \rightarrow 4f^7$ 跃迁。材料在近紫外光激发下, 呈现绿色发射。

图 3 为 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 材料的激发与发射光谱, Ce^{3+} 的摩尔分数为 3%。在 290 nm 紫外光激发下, 材料呈现双峰发射, 主峰位于 329 nm, 对发射光谱进行 Gaussian 曲线拟合, 得到峰值位于 327 nm 和 345 nm 的两个发射带, 归属于 Ce^{3+} 的

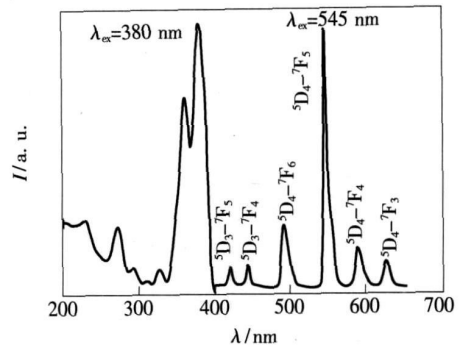


图 2 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的激发与发射光谱

Fig 2 Excitation and emission spectra of $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ phosphor

$5d^2 F_j$ 跃迁发射^[15]。监测 329 nm 发射峰, 所得激发光谱覆盖 250~310 nm, 主峰位于 290 nm。可见, $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 材料的发射位于紫外波段, 因此, Ce^{3+} 可以作为一些材料的敏化剂来改善材料的发光性能。

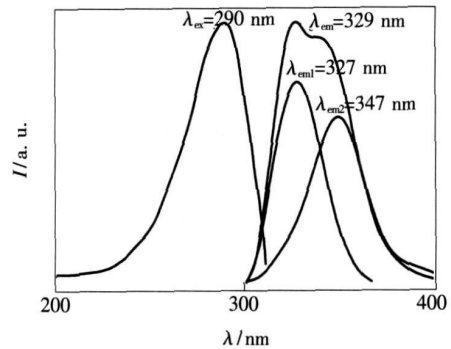


图 3 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 材料的激发与发射光谱

Fig 3 Excitation and emission spectra of $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ phosphor

3.3 Tb^{3+} 浓度对 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料发射强度的影响

在 1% ~ 5% 范围内改变 Tb^{3+} 的摩尔分数, 观测 $\text{SrZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料发射光谱的变化情况, 结果如图 4 可见, Tb^{3+} 浓度的变化并未影响材料的光谱分布, 但改变了材料的发射强度。图中显示, 随 Tb^{3+} 浓度的增大, 发射强度先增强后减弱。分析认为, Tb^{3+} 浓度较低时, 基质中不能形成足够数量的发光中心, 发射强度较弱; 随 Tb^{3+} 浓度的增加, 发光中心数量增加, 从而发射强度增强, 当浓度增大到 3% 时, 强度最大; 而后, 随 Tb^{3+} 浓度的继续增大, 强度反而减弱, 即出现了明显的浓度猝灭现象。其原因是 Tb^{3+} 的量过高时, 离子间距变短, $\text{Tb}^{3+}-\text{Tb}^{3+}$ 相互作用增强, 产生了能量转

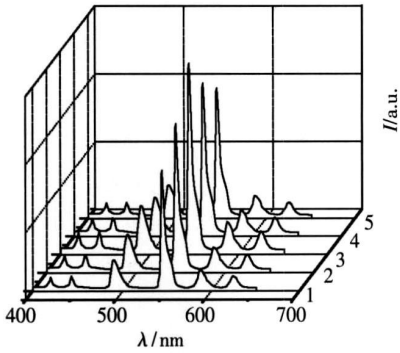


图 4 $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 材料的发射强度随 Tb^{3+} 浓度的变化情况

Fig 4 Emission intensity of $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ phosphor as function of Tb^{3+} content

移, 致使样品发射强度减弱。

3.4 Ce^{3+} 、 Tb^{3+} 在 $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} 材料中的能量传递

图 5 为 $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} 材料的激发与发射光谱。 Ce^{3+} 、 Tb^{3+} 的摩尔分数分别为 1% 和 3%。可见, 在 297 nm 激发下, 材料的发射光谱只表现出 Tb^{3+} 的特征发射, 并且发射峰强度明显增强, 同时, 发射光谱中并未发现 Ce^{3+} 的特征发射, 这说明, Ce^{3+} 对 Tb^{3+} 具有非常好的敏化作用, 提高了 $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 材料的发射强度。监测 545 nm 发射峰, 所得激发光谱覆盖 200~400 nm。比较发现, 其与 $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 和 $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 的激发光谱均不同, 主峰位于 297 nm, 属于 Ce^{3+} 的 4f5d 跃迁; 另外, 处于 300~400 nm 范围内的两

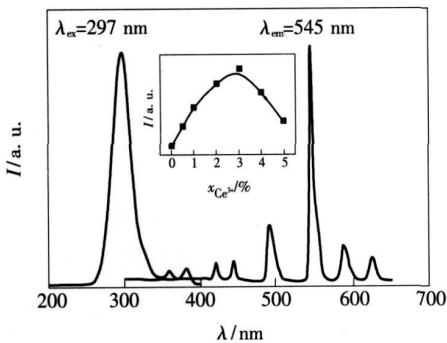


图 5 $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} 材料的激发与发射光谱; 插图 为 $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} 材料的发射强度随 Ce^{3+} 浓度的变化。

Fig 5 Excitation and emission spectra of $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} phosphor; the inset Emission intensity of $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} phosphor as function of Ce^{3+} content

个较弱的激发峰属于 Tb^{3+} 的 4f4f 跃迁。由于 Ce^{3+} 的 4f5d 跃迁为电偶极允许的, 明显强于 4f 跃迁, 因此 Ce^{3+} 在紫外波段具有很强的吸收, 能够有效的将能量传递给 Tb^{3+} 。

两个不同的发光中心间的能量传递可由下式求得^[16]

$$P = \frac{2\pi}{h} |\langle C_e Tb | H_{C_e Tb} | C_e Tb \rangle|^2 \cdot \int_{\lambda_e} (E) f_{Tb}(E) dE,$$

式中 $H_{C_e Tb}$ 为 Ce^{3+} 和 Tb^{3+} 间的电相互作用, $\int_{\lambda_e} (E) f_{Tb}(E) dE$ 为 Ce^{3+} 发射与 Tb^{3+} 吸收的交叠区域。图 2 和 3 显示, $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 材料的发射光谱和 $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 材料的激发光谱具有很大范围的重叠区域, 因此 Ce^{3+} 、 Tb^{3+} 间可以产生有效的能量传递。图 5 中插图为不同 Ce^{3+} 含量下, $SrZnP_2O_7:Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} 的发射强度, Tb^{3+} 的摩尔分数为 3%, Ce^{3+} 的摩尔分数为 0~5%。可见, 随 Ce^{3+} 掺杂量的增大, $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 材料的发射强度明显增强, 到 Ce^{3+} 摩尔分数为 3% 时, 已增强至未掺 Ce^{3+} 时的 2 倍, 而后, 浓度猝灭现象出现, 这与单掺杂 Tb^{3+} 时的结果类似。

3.5 电荷补偿剂对 $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 材料发射强度的影响

在 $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 中, Tb^{3+} 取代基质中的 Sr^{2+} , 则在 Tb^{3+} 处 +1 价过剩, 电荷失配, 若引入 Li^+ 、 Na^+ 或 K^+ , 则 Li^+ 、 Na^+ 或 K^+ 取代基质中的 Sr^{2+} 会相应的产生一个负电荷过剩。这两个取代, 因电荷吸引, 靠的很近, 形成电荷补偿, 在大范围内看材料呈中性, 此时材料的发射性能可能会发生变化; 同理, 若引入 Cl 也可消除电荷过剩。

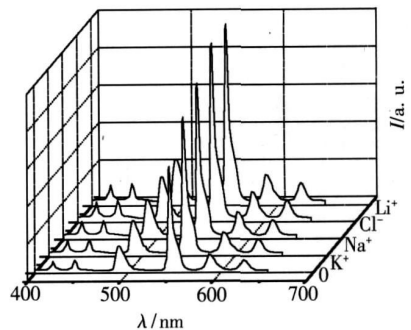


图 6 电荷补偿剂对 $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ 材料发射强度的影响
Fig 6 Emission intensity of $SrZnP_2O_7:Tb^{3+}$ phosphor as function of charge compensator

基于此,在原料配比中,分别加入 Li_2CO_3 、 Na_2CO_3 、 K_2CO_3 和 NH_4Cl 以引入 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 和 Cl^- ,取电荷补偿剂和 Tb^{3+} 的摩尔分数均为 3%,研究材料发射光谱及相对发射强度的变化,结果如图 6和 7。图 6显示,掺入电荷补偿剂后,材料的发射光谱分布并未发生变化。然而,图 7显示,

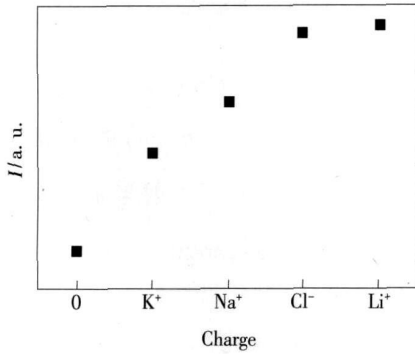


图 7 电荷补偿剂对 $\text{SiZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料相对发射强度的影响

Fig 7 Relative emission intensity of $\text{SiZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ phosphor as function of charge compensator

材料的相对发射强度却得到了明显增强,只是电荷补偿剂不同时增强效果不同,以掺入 Li^+ 和 Cl^- 时效果最好。分析认为,相较于 Na^+ (0.098 nm)和 K^+ (0.266 nm)的半径, Li^+ (0.059 nm)和 Cl^- (0.069 nm)的半径更小,更容易进入基质晶格后,使晶格产生较大的畸变, Tb^{3+} 的跃迁发射几率提高较多,从而使材料的发光强度显著增强^[17]。

4 结 论

采用高温固相法制备了 $\text{SiZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{SiZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 和 $\text{SiZnP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$ 材料,在紫外光激发下,三种材料分别呈现绿色、蓝色和绿色发射。由于 Ce^{3+} 对 Tb^{3+} 具有很强的敏化作用,因此掺入 Ce^{3+} 后,提高了 $\text{SiZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的发射强度;引入电荷补偿剂 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 和 Cl^- 也提高了 $\text{SiZnP}_2\text{O}_7:\text{Tb}^{3+}$ 材料的发射强度。上述研究结果为改善白光 LED用发光材料的发光性能提供了参考和帮助。

参 考 文 献:

- [1] Nakamura S, Fasol G. *The Blue Laser Diode* [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1997, 1
- [2] Zhang Guoyou, Zhao Xiaoxia, Meng Qingyu, et al. Preparation and properties of red emitting phosphor $\text{Gd}_2\text{Mg}_3\text{O}_9:\text{Eu}^{3+}$ for white LEDs [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2007, **28**(1): 57-61 (in Chinese).
- [3] Li Panlai, Yang Zhiping, Wang Zhijun, et al. Preparation and luminescence characteristics of $\text{Sr}_3\text{SiO}_5:\text{Eu}^{2+}$ phosphor for white LED [J]. *Chin. Sci. Bull.*, 2008, **53**(7): 974-977
- [4] Park JK, Kim CH, Park SH, et al. Application of strontium silicate yellow phosphor for white light emitting diodes [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 2004, **84**(10): 1647-1649.
- [5] Yang Yi, Jin Shangzhong, Shen Changyu, et al. Spectral properties of alkaline earth composite silicate phosphor for white LED [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2008, **29**(6): 800-804 (in Chinese).
- [6] Xie Rongjun, Hirotsuki Naoto, Sakuma Ken, et al. Eu^{2+} -doped $\text{CaSrSi}_2\text{O}_7$: A yellow phosphor for white light emitting diodes [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 2004, **84**(26): 5404-5406
- [7] Li Xuezheng, Wang Dajian, Gu Tiecheng, et al. Sol spray microwave sintering and luminescence properties of $\text{Ba}_3\text{MgSi}_3\text{O}_8$ hosted phosphors for white light emitting diodes [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2008, **29**(6): 989-995 (in Chinese).
- [8] Li Xu, Yang Yong, Yang Zhiping, et al. Fabrication and properties of Eu^{3+} doped $\text{La}_3\text{Mg}_2\text{O}_9$ red phosphor [J]. *Chin. J. Lum in.* (发光学报), 2008, **29**(1): 93-96 (in Chinese).
- [9] Li Panlai, Pang Libin, Wang Zhijun, et al. Luminescent characteristics of $\text{LiBaBO}_3:\text{Tb}^{3+}$ green phosphor for white LED [J]. *J. Alloys Comp.*, 2009, **478**(9-10): 813-815
- [10] Hu Yunsheng, Zhuang Weidong, Ye Hongqi, et al. A novel red phosphor for white light emitting diodes [J]. *J. Alloys Compd.*, 2005, **390**(1-2): 226-239.
- [11] Liu Ji, Wu Z, Gong M. Thermally stable luminescence of blue $\text{LiSrPO}_4:\text{Eu}^{2+}$ phosphor for near-UV light emitting diodes [J]. *Appl. Phys. B*, 2008, **93**(2-3): 583-587.
- [12] Yang W oanjun, Chen Tengming. White-light generation and energy transfer in $\text{SiZn}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu},\text{Mn}$ phosphor for ultra

- violet light emitting diodes [J]. *Appl Phys Lett*, 2006, **88**(10): 101903-1-3
- [13] Hao Zhendong, Zhang Jiahua, Zhang Xia, *et al*. White light emitting diode by using $\alpha-Ca_2P_2O_7: Eu^{2+}, Mn^{2+}$ phosphor [J]. *Appl Phys Lett*, 2007, **90**(26): 261113-1-3
- [14] Nagpure IM, Shinde KN, Dhoble SJ, *et al*. Photoluminescence characterization of Dy^{3+} and Eu^{2+} ion in $M_5(PO_4)_3F$ ($M = Ba, Sr, Ca$) phosphors [J]. *J. Alloys Comp*, 2009, **481**(1-2): 632-638
- [15] Chang Chun-kuei, Chen Teng-ming. $Sr_3B_2O_6: Ce^{3+}, Eu^{2+}$: A potential single-phased white emitting borate phosphor for ultraviolet light emitting diodes [J]. *Appl Phys Lett*, 2007, **91**(8): 081902-1-3
- [16] Jia D, Meltzer RS, Yen WM, *et al*. Green phosphorescence of $CaAl_2O_4: Tb^{3+}, Ce^{3+}$ through persistence energy transfer [J]. *Appl Phys Lett*, 2002, **80**(9): 1535-1537.
- [17] Yu XB, Xu XL, Zhou CL, *et al*. Synthesis and luminescent properties of $SrZnO_2: Eu^{3+}, M^+$ ($M = Li, Na, K$) phosphor [J]. *Mater. Res. Bull*, 2006, **41**(8): 1578-1583.

Luminescence and Energy Transfer between Ce^{3+} and Tb^{3+} in $SrZnP_2O_7$ Phosphor

LI Pan-lai¹, LIU Haryan², WANG Zhirun¹, YANG Zhirong¹, LI Xu¹, YANG Yanmin¹

(¹ College of Physics Science & Technology, Hebei University, Baoding 071002, China;

² Industrial & Commercial College, Hebei University, Baoding 071002, China)

Abstract $SrZnP_2O_7: Tb^{3+}$, $SrZnP_2O_7: Ce^{3+}$ and $SrZnP_2O_7: Ce^{3+}, Tb^{3+}$ phosphors were prepared by solid state reaction and their luminescent characteristics were investigated. $SiCO_3$ (A. R.), ZnO (A. R.), $NH_4H_2PO_4$ (A. R.), Li_2CO_3 (A. R.), Na_2CO_3 (A. R.), K_2CO_3 (A. R.), NH_4Cl (A. R.), Tb_4O_7 (99.99%) and CeO_2 (99.99%) were used as starting materials. After these individual materials ground thoroughly in an agate mortar, the homogeneous mixture was heated at 900 °C for 3 h in reduce atmosphere, and these phosphors were obtained. The phase presents of the samples were characterized by powder X-ray diffraction (XRD) ($D/\max-A$, $Cu K\alpha$, 40 kV, 40 mA, $\lambda = 0.15406$ nm). The excitation and emission spectra of these phosphors were measured by a SHIMADZU RF-540 fluorescence spectrophotometer. $SrZnP_2O_7: Ce^{3+}$ shows a broad band at 329 nm. $SrZnP_2O_7: Tb^{3+}$ has six emission peaks at 420, 443, 491, 545, 587 and 625 nm which correspond to the $^5D_3 \rightarrow ^7F_5$, $^5D_3 \rightarrow ^7F_4$, $^5D_4 \rightarrow ^7F_6$, $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$, $^5D_4 \rightarrow ^7F_4$ and $^5D_4 \rightarrow ^7F_3$ characteristic transitions of Tb^{3+} , respectively, at 380 nm excitation. Monitoring 545 nm peak, the excitation spectrum extends from 200 nm to 400 nm, and the peak locates at 380 nm. Energy transfer from Ce^{3+} to Tb^{3+} in $SrZnP_2O_7: Ce^{3+}, Tb^{3+}$ phosphor was investigated, and the emission intensity of $SrZnP_2O_7: Tb^{3+}$ can be enhanced by energy transfer from Ce^{3+} to Tb^{3+} . Under the conditions of charge compensator Li^+ , Na^+ , K^+ or Cl^- incorporated in $SrZnP_2O_7: Tb^{3+}$ phosphor, the emission intensities of the phosphor are enhanced too.

Key words luminescence; $SrZnP_2O_7$; Ce^{3+} ; Tb^{3+} ; energy transfer

CLC number O644 O482.31

PACS 78.55.Hx

PACC 3250F; 7855

Document code A