

# Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 三元系固相线下相关关系 及其发光性质研究\*

孙宝娟<sup>1)</sup> 刘泉林<sup>2)†</sup> 梁敬魁<sup>1)</sup> 纪丽娜<sup>1)</sup> 张继业<sup>1)</sup> 刘延辉<sup>1)</sup> 李静波<sup>1)</sup> 饶光辉<sup>1)</sup>

1) 中国科学院物理研究所北京凝聚态物理国家实验室, 北京 100080)

2) 北京科技大学材料科学与工程学院, 北京 100083)

(2007 年 4 月 11 日收到, 2007 年 6 月 1 日收到修改稿)

采用固态反应法及改良固态反应法合成了一系列 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 体系中的试样, 利用 X 射线粉末衍射法测定了 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 三元系固相线下的相关关系. 结果表明, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 二元系和 Eu<sub>2</sub>Sn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-Y<sub>2</sub>Sn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 二元系形成连续固溶体. 对于 (Y<sub>1-x</sub>Eu<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Sn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 最强的发光峰位置在 590 nm 附近, 源于 Eu<sup>3+</sup> 的 <sup>5</sup>D<sub>0</sub>-<sup>7</sup>F<sub>1</sub> 的磁偶极跃迁. 对于 (Y<sub>1-x</sub>Eu<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 最强峰的位置在 611 nm 附近, 是由 Eu<sup>3+</sup> 的 <sup>5</sup>D<sub>0</sub>-<sup>7</sup>F<sub>2</sub> 的电偶极跃迁引起的. 激发光谱表明, 与 (Y<sub>1-x</sub>Eu<sub>x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 相比, (Y<sub>1-x</sub>Eu<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Sn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 的电荷迁移带向低能方向移动. Eu<sup>3+</sup> 在化合物中所处的晶体学位置决定了其光谱特征.

关键词: Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 三元系, 烧绿石型结构, 激发光谱, 发射光谱

PACC: 6110M, 0765, 3110

## 1. 引 言

SnO<sub>2</sub> 是 n 型半导体, 常温下带宽为 3.6 eV, 在光电子器件、气敏传感器等方面具有广泛的应用, 并占有重要地位<sup>[1]</sup>. Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 作为发光基质, 已得到广泛的应用. Eu<sup>3+</sup> 掺杂的 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料由于发光效率高、温度猝灭性好, 一直被用作红光荧光体, 已成为主要的、不可替代的红色高效荧光粉, 广泛地应用于荧光灯、阴极射线管(CRT)和等离子体显示(PDP)中<sup>[2,3]</sup>. Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 在 2340 °C 发生多型性相变, 高温相属六角晶系, 低温相属立方晶系, 体心点阵, 空间群为 Ia<sub>3</sub>, 点阵常数 a = 1.0604 nm. Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 在低温时与 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 具有同晶型结构, a = 1.084 nm, 在温度为 1071—1346 °C, 从立方晶系转变为单斜晶系. Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的点阵常数相差 2.4%, 在低于 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的相变温度时, 它们之间形成连续固溶体<sup>[4]</sup>.

在 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 和 Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 二元系中都存在烧绿石型化合物<sup>[5,6]</sup>. 本文研究了 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 三元系固相线下的相关关系以及相关化合物的发光

性能.

## 2. 实 验

### 2.1. 试样的制备

所用的原料为纯度高于 99.9% 的 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 SnO<sub>2</sub>. 在 800 °C 烘干 6 h, 去除其中的水分和挥发物. 对于 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 二元系, 采用改良的固态烧结合成法制备. 先按试样所需化学配比的原料溶于稀硝酸, 然后加入 NaOH 溶液至弱碱性, 得到白色的氢氧化物沉淀, 并进行过滤、烘干去水, 研磨成细粉. 然后压成直径为 13 mm、厚为 2—3 mm 的圆饼, 按传统高温烧结法, 在空气中、1000 °C 温度条件下, 在硅钼棒炉内固态反应 20 h, 随炉冷却到室温. 试样经 X 射线粉末衍射仪进行物相分析检测, 然后再研磨、压饼、烧结、检测重复多次, 直至获得平衡状态的试样, 即继续烧结试样不再发生变化. 一般情况需重复烧结 3 次以上.

对于 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 二元系、Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 二元系和

\* 国家自然科学基金(批准号 50672007)资助的课题.

† 通讯联系人. E-mail: qlliu@mater.ustb.edu.cn

$Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $SnO_2$  三元系的试样,直接采用相应的高纯氧化物为原料,按上述步骤,采用传统的高温烧结法在硅钼棒炉内烧结 20 h,烧结温度为 1400 °C,重复 3 次直至获得平衡态的试样。

## 2.2. 试样的 X 射线衍射分析和发光光谱分析

样品 X 射线粉末衍射数据的收集在 PANalytical X'PERT PRO MPD 型粉末衍射仪上进行,采用超能探测器、Cu  $K\alpha$  辐射(40 kV, 40 mA)、Ge(111)单色器,扫描范围  $2\theta = 10^\circ$ — $120^\circ$ 。采用连续扫描模式,扫描速度为  $3.2^\circ/\text{min}$ 。用 Pseudo-Voigt 峰形函数, Fullprof 2005 程序, Rietveld 全谱拟合法精确测定点阵常数。

激发光谱和发射光谱采用日立公司生产的 F-4500 型荧光分光光度计在室温下测得,使用 Xe 灯连续光源,线宽为 10 nm,功率密度为  $10$ — $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ,狭缝为  $2.5 \text{ nm} \times 2.5 \text{ nm}$ 。

## 3. 实验结果与分析

### 3.1. $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $SnO_2$ 三元系相关系

#### 3.1.1. $Y_2O_3$ - $SnO_2$ 和 $Eu_2O_3$ - $SnO_2$ 二元系

对于  $Y_2O_3$ - $SnO_2$  二元系,仅存在一种二元化合物  $Y_2Sn_2O_7$ , X 射线衍射谱示于图 1 ( $x = 0$ )。从 X 射线衍射谱可以看出,  $Y_2Sn_2O_7$  属单相试样,衍射峰可以按照立方晶系指标化,其出现规律为  $(hkl)$  衍射线为全奇数或者全偶数和  $(hk0)$  衍射线,  $h + k = 4n$ , 空间群为  $Fd\bar{3}m$ , 属烧绿石结构。用 Fullprof 2005 程序峰形拟合的方法测定晶胞参数  $a = 1.03726(1) \text{ nm}$ , 这与文献报道的数据  $1.03725(1) \text{ nm}$ <sup>[6]</sup>和  $1.03723(1) \text{ nm}$ <sup>[7]</sup>相一致。

对于  $Eu_2O_3$ - $SnO_2$  二元系,也只存在一种二元化合物  $Eu_2Sn_2O_7$ , X 射线衍射谱也示于图 1 ( $x = 1$ )。从 X 射线衍射谱可以看出,  $Eu_2Sn_2O_7$  的衍射峰与  $Y_2Sn_2O_7$  的相近,所以  $Eu_2Sn_2O_7$  也属烧绿石结构。用 Fullprof 2005 程序峰形拟合的方法测定晶胞参数  $a = 1.04827(5) \text{ nm}$ , 这与文献报道的  $1.04755(7) \text{ nm}$ <sup>[6]</sup>稍有差异。

#### 3.1.2. $Eu_2Sn_2O_7$ - $Y_2Sn_2O_7$ 赝二元系

$(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  ( $x = 0, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1$ ) 系列试样的 X 射线衍射谱如图 1 所示。从图 1 可以看出,它们均为具有烧绿石型结构的单相

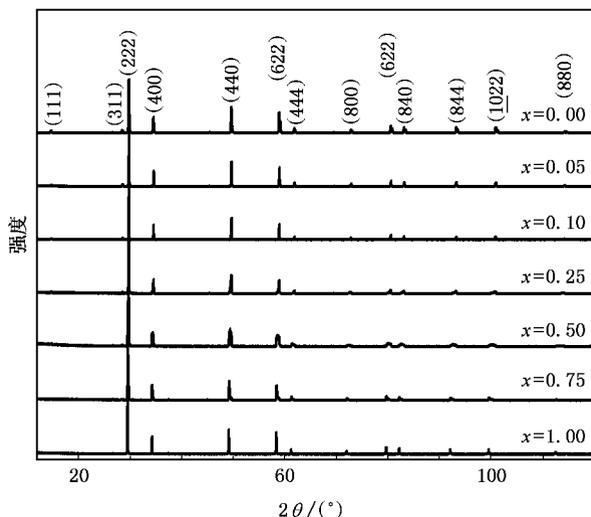


图 1  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  ( $x = 0, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1$ ) 系列化合物的 X 射线粉末衍射谱

试样,这说明  $Y_2Sn_2O_7$  与  $Eu_2Sn_2O_7$  之间形成连续固溶体,即  $Eu^{3+}$  可以完全替代  $Y^{3+}$  的位置。由于  $Eu^{3+}$  的半径大于  $Y^{3+}$  的半径,晶胞参数随着  $x$  值的增加而线性增加,  $a(x) = 1.0370(5) + 0.0122(6)x$ , 符合 Vegard 规律,见图 2。

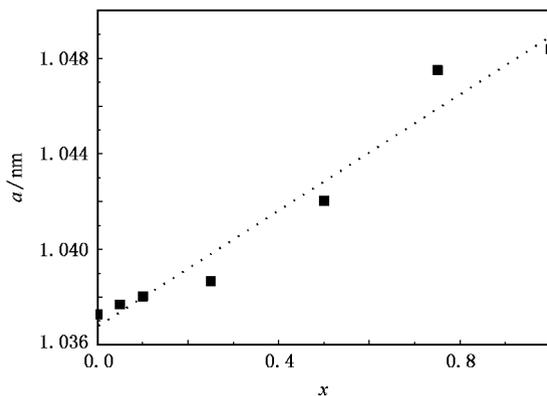


图 2  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  晶格常数随 Eu 含量  $x$  的变化

#### 3.1.3. $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ 二元系

对于  $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$  二元系,在相变温度以下  $Y_2O_3$  与  $Eu_2O_3$  具有同晶型结构。 $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  ( $x = 0, 0.02, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1$ ) 的 X 射线衍射谱如图 3 所示。从图 3 可以看出,它们均为单相试样,衍射谱相似, X 射线衍射峰可以按照立方晶系指标化,空间群为  $Ia\bar{3}$ 。用 Fullprof 2005 程序峰形拟合的方法测定了它们的晶格常数,结果如图 4 所示。 $Y_2O_3$  的晶胞参数  $a = 1.06055(3) \text{ nm}$ ,  $Eu_2O_3$  的晶胞参数  $a$

$= 1.0867(2) \text{ nm}$ , 与文献报道的  $1.0868 \text{ nm}$ <sup>[8]</sup> 基本一致.  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  固溶体的晶胞参数随着 Eu 含量  $x$  值的增加而线性增加,  $a(x) = 1.0608(2) + 0.0257(3)x$ . 这说明  $Y_2O_3$  与  $Eu_2O_3$  之间形成连续固溶体, 即  $Eu^{3+}$  可以完全替代  $Y^{3+}$  的位置.

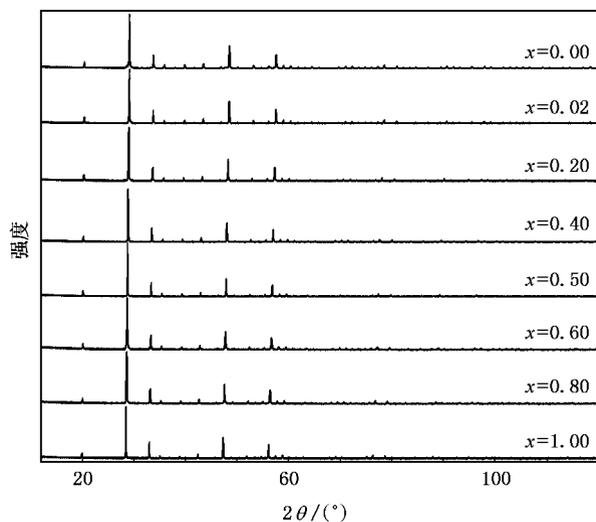


图3  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  ( $x = 0, 0.02, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1$ ) X射线粉末衍射谱

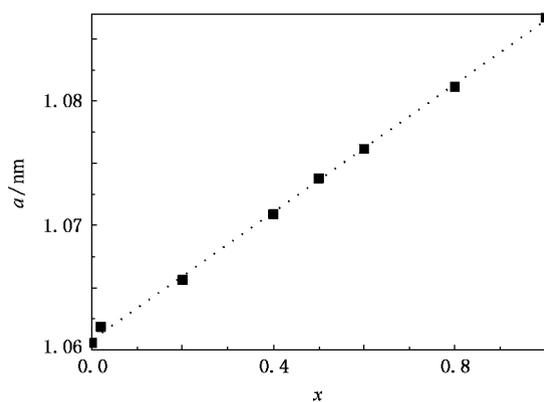


图4  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  晶格常数随 Eu 含量  $x$  的变化

### 3.1.4. $Y_2O_3$ - $EuO_2$ - $SnO_2$ 三元相图

根据粉末衍射物相分析所得的结果,  $Y_2O_3$ - $EuO_2$ - $SnO_2$  三元系固相线下的相关系如图5所示. 由于  $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$  二元系和  $Eu_2Sn_2O_7$ - $Y_2Sn_2O_7$  二元系均为连续固溶体, 所以这个三元系可分割为两个部分. 在这两部分中分别选取一个试样(如图5所示), 发现这两个试样都是两相样品. 由此可以断定图5中的 I 区和 II 区都是两相区, 且 I 区的组分为  $SnO_2 + (Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$ , II 区的组分为

$(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7 + (Y_{1-y}Eu_y)_2O_3$ .

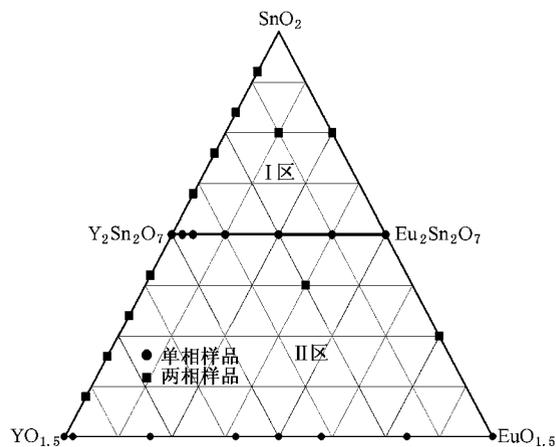


图5 固相线下  $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $SnO_2$  三元相关系

## 3.2. 发光性能研究

### 3.2.1. $Eu^{3+}$ 掺杂的 $Y_2Sn_2O_7$ 和 $Y_2O_3$ 发射光谱

在 265 nm 激光激发下, 对  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  ( $x = 0, 0.02, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1$ ) 和  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  ( $x = 0, 0.02, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1$ ) 两个系列化合物的发射光谱进行了测定. 这两个系列的化合物均表现出  $Eu^{3+}$  的发光特征, 在所制备的样品中  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  和  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  在各自系列中的发射光谱最强. 在发射光谱测试过程中发现,  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  发光强度明显比  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  强, 归一化后的光谱如图6所示. 可能的原因如下: 开始随着  $Eu^{3+}$  含量的增加, 激活元素增加, 发射光谱强度增强, 当  $Eu^{3+}$  含量达到一定浓度时, 发光强度达到最大值; 继续增加  $Eu^{3+}$  含量, 由于浓度猝灭作用, 发光强度降低. 在同等条件下, 对于  $Eu_2Sn_2O_7$  仍然能测量到发光(强度很弱), 而对于  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  在  $x > 0.5$  时, 就已经测量不到发光, 这可能与它们的具体晶体结构以及激发光源较弱有关.  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  属  $Mn_2O_3$  型结构,  $Y(Eu)-O$  为六配位八面体, 结构中  $Y(Eu)-Y(Eu)$  的离子最短间距约为 0.352 nm. 在烧绿石基质中,  $Y(Eu)-O$  为八配位多面体,  $Y(Eu)-Y(Eu)$  之间的最短距离为 0.367 nm, 间距比较大, 且周围由于 Sn 离子的存在而比较分散, 浓度猝灭作用较弱. 而在  $Y_2O_3$  基质中,  $Y(Eu)-Y(Eu)$  之间的间距比烧绿石基质中的间距短, 当  $x = 0.5$  时, 由于激发光源较弱而没有测量到发射峰.

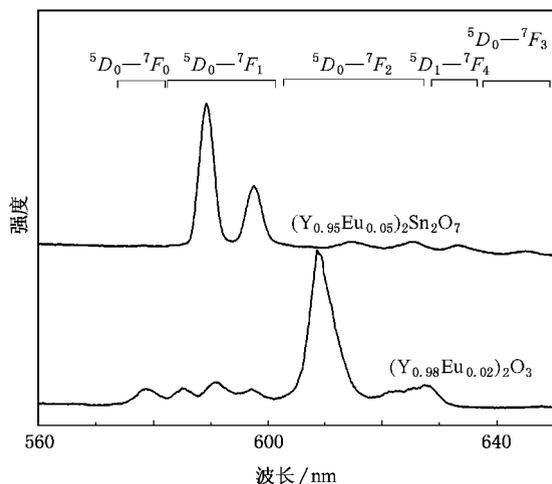


图 6 样品  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  和  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  在 265 nm 激光激发下的发射光谱

图 6 所示为样品  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  和样品  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  在 265 nm 激光激发下的发射光谱, 它是由  $Eu^{3+}$  的 4f 电子在层内跃迁引起的. 对于  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$ , 最强的发光峰位置在 588, 595 nm 附近, 它们是由  ${}^5D_0-{}^7F_1$  的跃迁引起的, 属于磁偶极跃迁; 其他发光峰的位置分别位于 615 和 625 nm 附近, 是由  ${}^5D_0-{}^7F_2$  的跃迁引起的; 633 nm 附近的发光峰对应于  ${}^5D_1-{}^7F_4$  的跃迁; 在 645 nm 附近的发光峰对应于  ${}^5D_0-{}^7F_3$  的跃迁. 对于  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$ , 最强的发光峰位于 611 nm 附近, 为红色, 它是由  ${}^5D_0-{}^7F_2$  的跃迁引起的, 属于电偶极跃迁; 其他发光峰分别位于 585, 590 和 596 nm 附近, 它们是由  ${}^5D_0-{}^7F_1$  的跃迁引起的, 属于磁偶极跃迁; 位于 580 nm 的发射峰对应于  ${}^5D_0-{}^7F_0$  的跃迁.

$Eu^{3+}$  在不同基体材料  $Y_2Sn_2O_7$  和  $Y_2O_3$  中具有不同的发射光谱, 这主要是由  $Eu^{3+}$  在晶体中占据不同的晶格位置及其周围环境对称性不同所引起的.  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  具有烧绿石型结构, 为立方晶系, 面心点阵, 空间群为  $Fd\bar{3}m$ . Y 和 Eu 离子占据 16d 格位, 该位置点群为  $D_{3d}(\bar{3}m)$ .  $D_{3d}$  格位具有反演对称中心, 根据跃迁选择定则, 仅磁偶极跃迁被允许 (电偶极跃迁是禁戒的). 所以观察到的发射光谱的最强峰是由  ${}^5D_0-{}^7F_1$  的磁偶极跃迁引起的. 由于晶体场作用, 使处于  $D_{3d}$  格位的  $Eu^{3+}$  的  ${}^7F_1$  能级劈裂为两个状态, 因而观察到两条  ${}^5D_0-{}^7F_1$  的谱线. 根据两个谱线峰位计算的劈裂能约为 0.006 eV.  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  为立方相, 体心点阵, 空间群为  $Ia\bar{3}$ . Y

离子和 Eu 离子占据两种格位, 分别为  $C_{3i}(\bar{3})$  点群对称性和  $C_2$  点群对称性的格位.  $C_{3i}$  具有反演中心, 而  $C_2$  格位不具有反演中心. 当  $Eu^{3+}$  处于  $C_2$  格位时, 由于不具有反演中心对称, 宇称选择定则放宽, 电偶极跃迁被允许. 所以, 观察到的发射光谱的最强峰是由  ${}^5D_0-{}^7F_2$  的电偶极跃迁引起的, 位置在 611 nm 附近. 另外, 还观察到一条  ${}^5D_0-{}^7F_0$  的谱线和由于晶体场作用劈裂的三条  ${}^5D_0-{}^7F_1$  的谱线.

### 3.2.2. $Eu^{3+}$ 掺杂的 $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$ 激发光谱和 $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$ 激发光谱比较

图 7 为  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  和  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  在 589 nm 监测下的激发光谱. 对于  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  的激发光谱, 由图 7 可以看出有两个激发带: 一个在 210 nm 附近, 对应  $Y_2O_3$  基质的激子跃迁<sup>[9]</sup>; 另一个宽带从 230 到 280 nm 属于  $Eu^{3+}$  的电荷迁移带<sup>[10]</sup>.  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  的激发光谱只有一个 240—300 nm 强的激发带, 归属于  $Eu^{3+}$  的电荷迁移带.  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  和  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  相比, 电荷迁移带的位置向低能方向移动. 这主要是由  $Eu^{3+}$  所处的晶体学位置决定的.

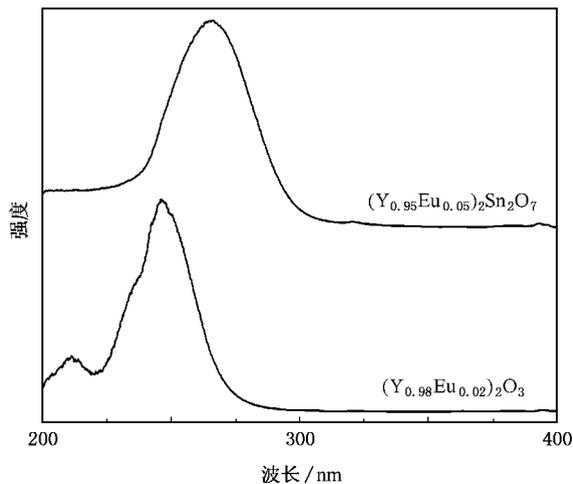


图 7 样品  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  和  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  的激发光谱 (监测波长为 589 nm)

在  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  晶体中,  $Eu^{3+}$  周围有 8 个 O 与其配位,  $\langle Eu-O \rangle$  平均键长约为 0.243 nm. 而在  $(Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  晶体中,  $Eu^{3+}$  与 O 为六配位,  $\langle Eu-O \rangle$  平均键长约为 0.228 nm. 六配位  $\langle Eu-O \rangle$  的平均键长短于八配位的平均键长, 因为在两种结构中 Eu 的键价是相同的. 这将导致  $O^{2-}$  在六配位的稀土中心产生更强的势场, 因而需要更大

的能量才能使电子从  $O^{2-}$  迁移到  $Eu^{3+}$  的 4f 壳层中. 所以较之于  $(Y_{0.95}Eu_{0.05})_2Sn_2O_7$  ( $Y_{0.98}Eu_{0.02})_2O_3$  的电荷迁移带将移向高能短波区域<sup>[11,12]</sup>.

## 4. 结 论

在  $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $SnO_2$  三元系中, 固相线下

$Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$  二元系和  $Eu_2Sn_2O_7$ - $Y_2Sn_2O_7$  二元系为连续固溶体. 三元系由两个两相区组成, 分别为  $SnO_2$  +  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  和  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  +  $(Y_{1-y}Eu_y)_2O_3$ . 由于  $Eu^{3+}$  在不同的基质中所处的格位及周围晶体学环境不同, 其发射光谱和激发光谱存在明显差异, 可以通过改变  $Eu^{3+}$  的占位及周围环境从而改变发光性能.

- 
- [ 1 ] Van Bommel M J, Groen W A, Van Hal H A M, Keur W C, Bernards T N M 1999 *J. Mater. Sci.* **34** 4803
- [ 2 ] Hu X S, Huang X W, Hu Y S, Zhuang W D 2007 *J. Rare Earths* **25** 11
- [ 3 ] Deng C Y, He D W, Zhuang W D, Wang Y S, Kang K, Huang X W 2004 *Chin. Phys.* **13** 473
- [ 4 ] Antic B, Mitric M, Rodic D 1997 *J. Phys.: Condens. Matter* **9** 365
- [ 5 ] McCauley J F, McDevitt N T 1971 *J. Opt. Soc. Am.* **61** 209
- [ 6 ] Brisse F, Knop O 1968 *Can. J. Chem.* **46** 859
- [ 7 ] Kennedy B J 1996 *Mat. Sci. Forum* **228—231** 753
- [ 8 ] Yakel H L 1979 *Acta Crystallogr. B* **35** 564
- [ 9 ] Konrad A, Fries T, Gahn A, Kummer F, Herr U, Tidecks R, Samwer K 1999 *J. Appl. Phys.* **86** 3129
- [ 10 ] Song H, Chen B, Peng H, Zhang J 2002 *Appl. Phys. Lett.* **81** 1776
- [ 11 ] Su Q 1993 *Chemistry of Rare Earth* ( Zhengzhou: Henan Scientific and Technical Publishers ) pp13—18 ( in Chinese ) [ 苏 锵 1993 稀土化学 ( 郑州: 河南科学技术出版社 ) 第 13—18 页 ]
- [ 12 ] Igarashi T, Ihara M, Kusunoki T, Ohno K, Isobe T, Senna M 2000 *Appl. Phys. Lett.* **76** 1549

# Subsolidus phase relations in the $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $SnO_2$ ternary system and their luminescent properties<sup>\*</sup>

Sun Bao-Juan<sup>1)</sup> Liu Quan-Lin<sup>2)†</sup> Liang Jing-Kui<sup>1)</sup> Ji Li-Na<sup>1)</sup> Zhang Ji-Ye<sup>1)</sup> Liu Yan-Hui<sup>1)</sup>  
Li Jing-Bo<sup>1)</sup> Rao Guang-Hui<sup>1)</sup>

1) *Beijing National Laboratory for Condensed Matter Physics, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China*

2) *School of Materials Science and Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China*

( Received 11 April 2007 ; revised manuscript received 1 June 2007 )

## Abstract

Subsolidus phase relations in the ternary system  $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $SnO_2$  have been investigated by means of X-ray powder diffraction. The samples are prepared by solid-state chemical reaction. The  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  and  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  binary systems form complete solid solutions with pyrochlore-type and cubic structures, respectively. The characteristic photoluminescence peaks observed from  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  and  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  compounds correspond to  $Eu^{3+}$  intra- $4f^n$  shell transitions. The difference between the emission and excitation spectra of  $(Y_{1-x}Eu_x)_2Sn_2O_7$  and  $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$  can be explained by considering the surroundings of crystallographic site occupied by  $Eu^{3+}$ .

**Keywords** :  $Y_2O_3$ - $Eu_2O_3$ - $SnO_2$  ternary system, pyrochlore, excitation spectrum, emission spectrum

**PACC** : 6110M, 0765, 3110

<sup>\*</sup> Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grand No. 50672007).

<sup>†</sup> Corresponding author. E-mail: qlliu@mater.ustb.edu.cn