

不同稀土离子对 YAGG·Tb 发光性能的影响研究*

李 岚 熊光楠 赵新丽^{a)}

(天津理工学院材料物理研究所, 天津 300191)

^{a)}(天津理工学院化工系, 天津 300191)

摘要 对不同三价稀土共掺杂的 YAGG·Tb 绿色荧光粉的发光亮度和光谱进行了研究, 发现 Gd^{3+} 对荧光粉的亮度有所提高, 同时系统地研究了 Tb, Gd 含量等对其的影响。

关键词 稀土, YAGG·Tb, 阴极射线荧光粉

1 引 言

YAGG·Tb 材料是一种机械热学和光学等综合性能良好的荧光材料, 是投影管中最实用的绿粉材料. 此文研究了稀土离子(Gd^{3+} , Ce^{3+} , Tm^{3+} , Nd^{3+} , Pr^{3+})在与 YAGG·Tb 共掺杂情况下的发光强度和光谱特性, 特别是 Gd^{3+} 发现, Gd^{3+} 对发光有增强作用。

2 实 验

2.1 材料制备

所用样品均采用固相熔融法, 将适量的 Tb_2O_3 , Y_2O_3 , SiO_2 , BaF_2 , Al_2O_3 与 RE 离子混合研磨, 在 1500 °C 高温下灼烧得到样品, 这量 RE (如 Gd_2O_3) 稀土的浓度在 1% 和 10% 之间。

2.2 测试仪器

在室温下, 用 Hitachi F-4010 荧光分光光度计测量了样品的激发和发射光谱, 用 YFC-2 型阴极射线荧光粉特性测试仪测量了在阴极射线激发下的发光亮度和光谱。

3 实验结果与讨论

3.1 不同稀土激发的光谱和发射光谱

图1为在 Gd^{3+} , Ce^{3+} , Nd^{3+} , Tm^{3+} , Pr^{3+} 等三价稀土离子分别与 Tb^{3+} 离子共掺杂下的激发光谱, 图2为发射光谱, 可以看出它们的激发和发射谱图相似, 仅仅是谱峰的强弱不同, 这说明材料的特征发光仍由 Tb^{3+} 的发光决定, 同时也可看到在掺入稀土之后, 材料的光致发光在 544nm 处的发射峰均受到不同程度的影响。

3.2 在阴极射线激发下的光谱和亮度

图3是上面材料在阴极射线电子束激发的光谱图, 可以看到 Gd^{3+} 离子使亮度有所提高, 表1列出了在不同电压激发下的相对发光强度。

* 国家自然科学基金和中国科学院凝聚态物理开放研究实验室基金资助项目

表1 激发电压为35kV, 电流密度不 $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 下相对发光强度

Table 1 Relative luminescence intensities under the excitation of 35kV and $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$.

材料	相对强度	材料	相对强度
YAGG :Tb	42.2	YAGG :Tb, Ce	37.7
YAGG :Tb, Pr	29.2	YAGG :Tb, Nd	22.1
YAGG :Tb, Tm	23.0	YAGG :Tb, Gd	45.0

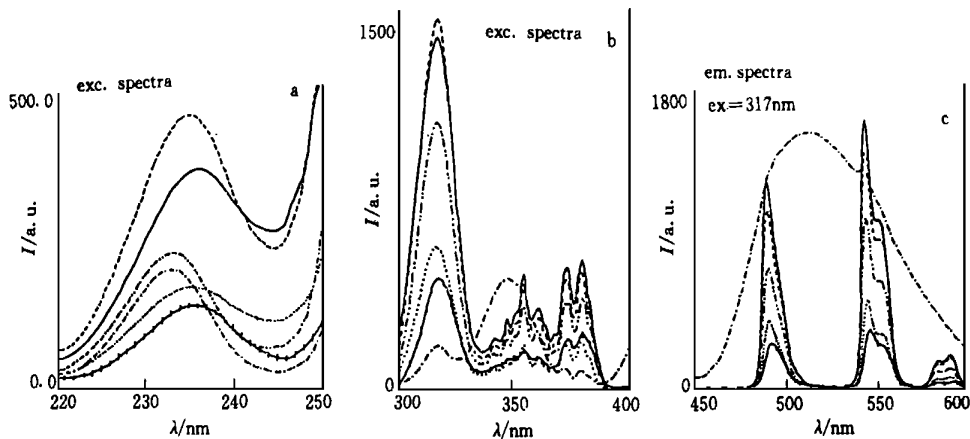


图1 不同稀土离子与 Tb^{3+} 共掺杂下的激发光谱及发射光谱

dotted- - YAGG :Tb, Tm; dashed- - YAGG :Tb, Gd; dot-dashed- - YAGG :Tb, Ce; dot-dot-dashed- - YAGG :Tb, Pr; solid+ , × - - YAGG :Tb, Nd; solid- - YAGG :Tb
 Fig. 1 The excitation and emission spectra of Tb with different rare earth as co-dopants.

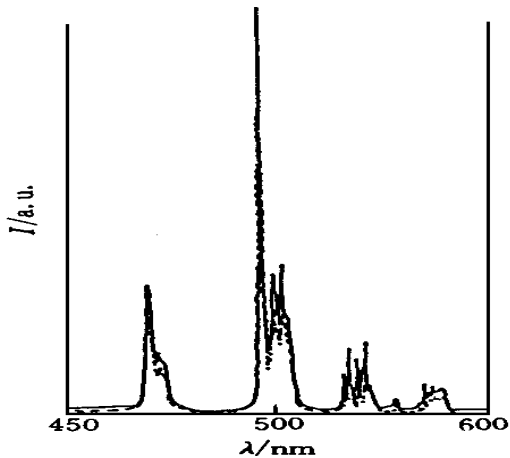


图2 YAGG :Tb, Gd及 YAGG :Tb的阴极射线发射光谱 (dashed- - YAGG :Tb; solid- - YAGG :Tb, Gd)

Fig. 2 The cathodoluminescent emission spectra of YAGG :Tb and YAGG :Tb, Gd.

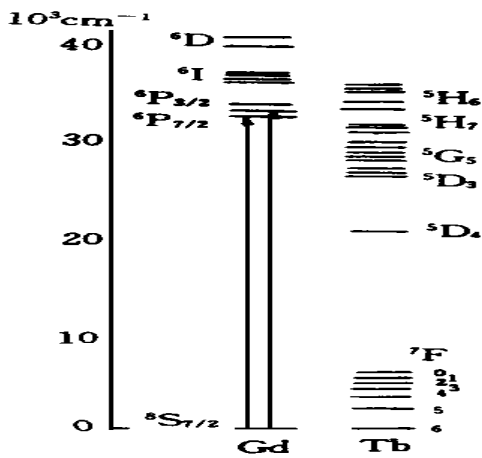


图3 Gd^{3+} , Tb^{3+} 的能级结构图

Fig. 3 Energy level scheme of Gd^{3+} and Tb^{3+} ions.

3.3 稀土 Gd³⁺ 的影响分析

图3为 Gd³⁺ 和 Tb³⁺ 离子的能级结构简图,可以看到 Gd³⁺ 的⁶P_{7/2}能级与 Tb³⁺ 的⁵D₄能级有重叠,从而有可能产生 Gd³⁺ 向 Tb³⁺ 的能量传递. 在双光子跃迁实验中^[2], 利用双光子实验观察到 Gd³⁺ 在吸收了约3.9eV (相当于3180 Å 的波长)的光跃迁到 Gd³⁺ 的⁶P_{7/2}的能级上, 可以通过声子弛豫的无辐射跃迁到 Tb³⁺ 的⁵D₄从而观察到 Tb³⁺ 的544nm 的发射. YAGG·Tb 和 YAGG·Tb, Gd 的激发光谱中, (监测波长为544nm) Tb³⁺ 的激发波长在237nm 处, Gd³⁺ 和 Tb³⁺ 的共掺杂的激发波长在233nm 处, 我们认为, 233nm 光既激发 Gd³⁺ 又激发了 Tb³⁺, 而激发 Gd³⁺ 的部分转移到 Tb³⁺ 从而使 Tb³⁺ 的发光增强, Gd³⁺ 对 Tb³⁺ 具有敏化作用, 图4是在233nm 波长激发下两种材料的发射光谱, 可以看到 YAGG·Tb, Gd 在544nm 处的相对强度高于 YAGG·Tb, 而阴极射线发光亮度的提高也证明了这一结果.

致谢 感谢中国科技大学物理系郭常新老师在阴极射线发光测试方面给予的帮助.

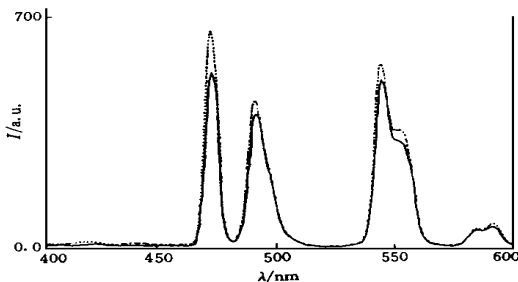


图4 在233nm 激发下 YAGG·Tb, YAGG·Tb, Gd 的发射光谱 (dotted - - YAGG·Tb, Gd; solid - - YAGG·Tb)

Fig. 4 The emission spectra of YAGG·Tb and YAGG·Tb, Gd at 233nm wavelength excited.

参 文 考 献

[1] 陈晓波, 陈金铠等. 发光学报, 1993, 14(2): 140.

THE STUDY ON LUMINESCENCE PROPERTY OF YAGG·Tb ACTIVATED WITH DIFFERENT RARE EARTH

Li Lan Xiong Guangnan Zhao Xinli

(Institute of Material Physics, Tianjin Institute of Technology, Tianjin 300191)

Abstract

We study the luminescence brightness and spectrum of YAGG·Tb phosphors with different kind of rare earth. We found that with Gd³⁺ as co-dopant, the brightness will improved.

Key words rare earth, YAGG·Tb, cathodeluminescence phosphor