

助熔剂对 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 绿色荧光粉的形貌及发光性能的影响

周伟杰,王广发,高林辉,巩子强,廖世才,祝洪良

(浙江理工大学材料与纺织学院,杭州 310018)

摘要:采用传统的高温固相法制备出了不同掺杂浓度的 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 绿色荧光粉。荧光光谱分析表明, $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 荧光粉的最强发射峰归属于 Tb^{3+} 离子 $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ 电子跃迁(543 nm)的强绿光发射且当 Tb^{3+} 掺杂浓度为 20% 时荧光粉的发光强度达到最大值,即绿色荧光粉 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 的最佳掺杂浓度为 20%。在最佳掺杂浓度的基础上,于制备过程中添加助熔剂可以进一步提高 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 荧光粉的发光性能,尤其是以 Na_2SO_4 为助熔剂不仅可以得到分散性好、颗粒尺寸分布范围窄的微米尺寸鹅卵石状颗粒,且位于 543 nm 处的绿光发射强度相比无任何助熔剂辅助时所得产物的发光强度提高了约 1.3 倍。

关键词: $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$; 绿色荧光粉; 发光性能; 助熔剂

中图分类号: TB34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3851 (2016) 06-0808-06 **引用页码:** 110202

0 引言

稀土离子掺杂的无机化合物作为一类非常重要的荧光材料,已被广泛应用于发光、显示、信息等领域^[1-4]。然而,目前市场上通用的荧光粉在发光效率和色纯度等方面有待进一步的提高,而基质材料的晶体结构对荧光粉的发光性能有很大的影响,所以寻找更合适的基质材料迫在眉睫。近年来,铌酸盐的制备方法,结构分析,性能表征及应用拓展受到了广泛关注。如 $LiNbO_3$ 单晶具有优良的压电性能,电光性和非线性光学性质,在激光技术中可用来制作激光倍频元件,激光振荡器和激光波导衬底等^[5]。 $KNbO_3$ 是优良的光折变晶体^[6-7]。稀土铌酸盐具有良好的物理化学性能^[8],其中 $LnNbO_4$ ($Ln=Y, La, Lu, Gd$) 具有褐钇铌矿型结构,可以看作是畸变的白钨矿型结构,且其性质稳定,耐腐蚀性强,可以作为荧光基质材料^[9-10]。但是人们研究较多的是正铌酸盐的结构,随着发光材料领域的不断发展,人们逐渐

意识到稀土铌酸盐在发光材料领域具有很大的应用潜力,于是研究人员开始热衷于对正铌酸盐发光材料进行研究。很多文献都对 $Y_{1-x}Eu_xNbO_4$ 的荧光性能进行报道^[11-13]。在紫外光的激发下,由于 NbO_4^{3+} 基团电荷转移态跃迁,单一物相 $YNbO_4$ 在 400 nm 附近有带状发射,证明了 $YNbO_4$ 可以作为发光材料的基质。而 $Y_{1-x}Eu_xNbO_4$ 荧光粉在紫外光的激发下, NbO_4^{3+} 基团可以有效地把能量传递给 Eu^{3+} ,从而发射出较强的红光。闫冰课题组曾报道过 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 荧光粉由于 Gd^{3+} 能够作为吸收 NbO_4^{3+} 紫外光能量的中介,所以具有比 $Y_{1-x}Tb_xNbO_4$ 荧光粉更强的绿光发射强度^[14]。据文献分析,目前为止还没有人系统研究过颗粒尺寸、形貌及 Tb^{3+} 掺杂浓度对 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 荧光粉发光性能的影响,这严重阻碍了 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 绿色荧光粉在市场上的应用。

本文采用高温固相法制备 $Gd_{1-x}Tb_xNbO_4$ 荧光粉。高温固相法生产成本低,产量大,适合工业化

收稿日期: 2015-12-16

基金项目: 1103099-V 高林辉科技发展基金项目(111329A4V11099);“纺织科学与工程”浙江省重中之重一级学科优秀硕士学位论文培育基金项目(11110531271523);浙江理工大学纺织科学与工程重中之重一级学科中青年拔尖人才和中青年骨干人才支持计划(11110031241605)

作者简介: 周伟杰(1992-),男,黑龙江绥化人,硕士研究生,主要从事稀土发光材料方面的研究。

通信作者: 高林辉, E-mail: gaolinhui@zstu.edu.cn

生产,但其制备温度较高,且制备的发光材料粒度不够细,颗粒间易团聚,这些缺点不仅能源损耗大,而且降低了材料的发光性能。而助熔剂起着降低基质结晶温度和电荷补偿以促进激活剂形成发光中心的作用,此外助熔剂对粉末样品颗粒的尺寸、形貌和结晶度都有显著地影响^[15-16]。因此本文在最佳掺杂浓度的基础上引入了 KCl 、 Na_2SO_4 和 Li_2CO_3 助熔剂,并且详细分析了不同助熔剂对 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉的形貌和发光强度的影响。

1 实验部分

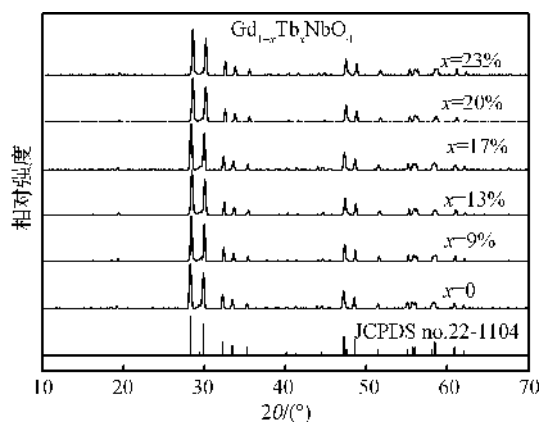
采用高温固相法制备 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉,确定最佳的掺杂比例,并且在此基础上引入不同助熔剂以进一步提高 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉的荧光性能。本实验所用原料 Gd_2O_3 (纯度 99.95%), Nb_2O_5 (纯度 99.5%), Tb_4O_7 (纯度 99.9%) 购买于国药集团化学试剂有限公司,助熔剂 KCl 、 Na_2SO_4 和 Li_2CO_3 均为分析纯,购买于西陇化工股份有限公司。由于制备不同 Tb^{3+} 掺杂浓度的 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉过程类似,只是加入的 Tb_4O_7 的量不同,而添加不同助熔剂的制备过程也基本类似,只是在研磨过程中加入一定量的助熔剂,因此只以 30 wt. % Li_2CO_3 辅助制备 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的过程为例来阐明制备方法。首先用电子天平称量 0.992 g 的 Gd_2O_3 , 0.238 g 的 Tb_4O_7 , 0.845 g 的 Nb_2O_5 和 0.6 g Li_2CO_3 (保证 Gd 和 Tb 的原子摩尔比为 4:1), 在研钵中充分研磨混合均匀。其次,将所得均匀混合物于电阻炉里缓慢加热至 1200 °C 保温 4 h, 随炉缓冷至室温。最后,将所得产物用去离子水和乙醇冲洗、离心 3 次以上,放入 80 °C 烘箱中 10 h 烘干即得 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 样品。

所有样品的 X 射线衍射(XRD)测试使用的是瑞士 Thermo ARL 公司生产的型号为 ARL-XTRA 的 X 射线衍射仪,采用 $\text{Cu-K}\alpha$ 射线($\lambda = 1.54178 \times 10^{-10}$ m)作为 X 光源。所得数据与粉末衍射标准联合委员会(JCPDS)卡片比对分析。用日本 HITACHI 公司生产的 S-4800 型场发射扫描电子显微镜(SEM) 观察样品的微观形貌,F-4600 型号光致发光光谱仪测试样品的激发和发射光谱,Xe 灯为激发光源。

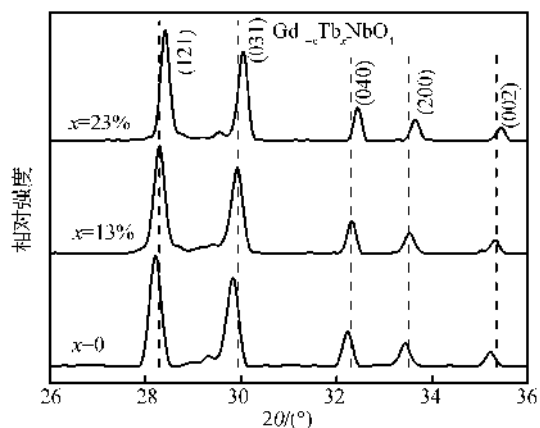
2 结果与讨论

高温固相法制备的不同 Tb^{3+} 掺杂浓度的 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 样品的图谱如图 1 所示。

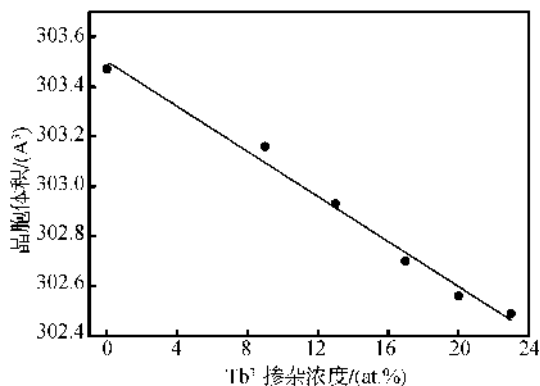
图 1(a)是采用高温固相法制备的不同 Tb^{3+} 掺杂浓度的 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 样品的 XRD 图谱,可以看出不同掺杂浓度样品的衍射峰均和单斜晶系 GdNbO_4 (JCPDS no. 22-1104) 标准卡片相吻合,没有 Gd_2O_3 , Nb_2O_5 , Tb_4O_7 等衍射峰或其它杂质、第二相衍射峰的出现,这是由于 Tb^{3+} 和 Gd^{3+} 离子半径($\text{CN}=8$, $r(\text{Tb}^{3+})=1.180 \times 10^{-10}$ m, $r(\text{Gd}^{3+})=1.193 \times 10^{-10}$ m) 相差很小且 Tb^{3+} 离子掺杂浓度较低,因此 Tb^{3+} 的掺杂没有引起明显的晶格畸变,此外也说明制备出了纯度较高且结晶性较好的 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 。



(a) $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 掺杂浓度为 0~23 % 的 XRD 图谱



(b) 不同掺杂浓度 XRD 图谱在 26°~36° 的放大



(c) GdNbO_4 晶胞体积随 Tb^{3+} 掺杂浓度变化的拟合曲线

图 1 高温固相法制备的 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 样品图谱

图 3 所示为不同掺杂浓度 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉样品的发射光谱,插图是 $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_5$ 跃迁发光强度随掺杂浓度变化曲线。由发射光谱可以看出不同掺杂浓度的 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉均由位于 543 nm($^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_5$) 和 489 nm($^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_6$) 两条主发射峰组成,只是发光强度随着 Tb^{3+} 离子掺杂浓度的改变而发生变化,当掺杂浓度为 20% 时,发光强度达到最大值。在 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉中,由于 Tb^{3+} 的离子半径与 Gd^{3+} 的离子半径差不多, Tb^{3+} 很容易替换 Gd^{3+} 而掺杂进入 GdNbO_4 基质中成为发光中心。在掺杂浓度逐渐增加到 20% 的过程中,随着 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉中发光中心离子增多,使得电子碰撞的概率增加,发光强度逐渐的增高。而掺杂浓度超过 20% 时,发光强度逐渐降低,即发生了浓度淬灭,这归因于激活离子 Tb^{3+} 浓度增加到一定值时, $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉中的激活剂离子间距适中,而继续增加掺杂浓度后,激活剂的离子间距继续减小,导致能量在激活剂离子间转移消耗,另一方面是因为可跃迁的发光中心离子数量逐渐减少,尤其是激活离子浓度过高时,同一个 GdNbO_4 晶胞中可能会含有多个发光中心离子,增加了晶胞的对称性,减少了晶场力的不对称性,此外,具有同等形变能力的两个 Tb^{3+} 相互作用削弱了各离子的形变程度,这就导致了发光强度的下降。

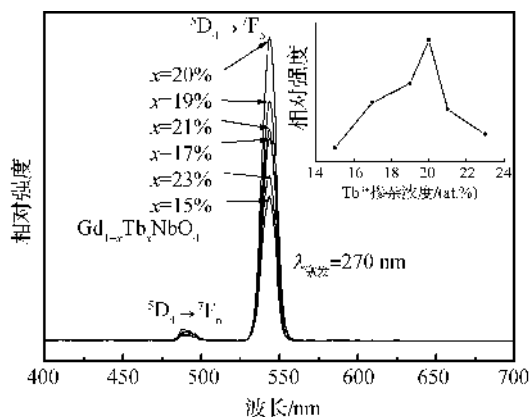


图 3 不同 Tb^{3+} 掺杂浓度 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉的发射光谱 (插图为 $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_5$ 跃迁发光强度随掺杂浓度变化曲线)

添加不同助熔剂后烧结得到的 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的 XRD 图谱如图 4 所示,从图 4 中可以看出所有看出煅烧产物的 XRD 图谱均和单斜晶系 GdNbO_4 的标准卡片(JCPDS no. 22-1104)吻合,没有 Gd_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Tb_4O_7 等原料或其它杂相的衍射峰,说明反应进行的很充分且所制备 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的纯度较高。所有样品的 XRD 图谱

里都没有观察到助熔剂的衍射峰,这是因为所选用的助熔剂都易溶于水或乙醇,在后期的冲洗过程中基本去除干净了。然而通过与未添加助熔剂的 XRD 图谱对比可以发现添加助熔剂后 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 样品的衍射峰更加尖锐,半峰宽也都有一定程度的变宽,这说明添加助熔剂后结晶度提高了,粒径减小了。这是因为助熔剂的熔点均低于高温烧结时的温度(1200 $^{\circ}\text{C}$),这样其在高温下会形成一个微熔区,从而有利于反应物间的充分接触,促进反应的进行,有利于提高产物的结晶度。同时,助熔剂偏向于在晶界出富集,从而阻碍晶体的连续性生长从而得到较小的荧光粉颗粒。

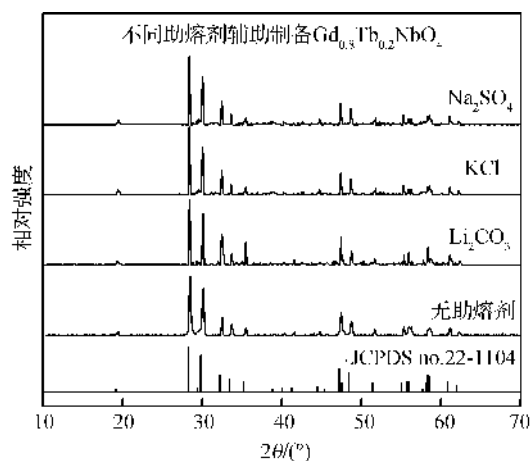


图 4 不同助熔剂辅助 1200 $^{\circ}\text{C}$ 烧结制备 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的 XRD 图谱

荧光粉的发光性能受颗粒尺寸和微观形貌的影响非常大,为了能够提高 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的发光强度,在制备过程中分别添加不同的助熔剂得到的 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 样品的微观形貌如图 5 所示。当不添加任何助熔剂的时候,由图 5(a)可以看出样品颗粒团聚的非常严重,这是因为在较高的温度下 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 晶体自由成核、生长。以 Li_2CO_3 为助熔剂的时候,由图 5(b)可以看到虽然 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉颗粒的团聚程度有所降低,这是因为烧结温度在 Li_2CO_3 的熔程范围之内,熔融态的 Li_2CO_3 能够促进 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 的结晶成核生长,同时又偏向于在晶界处聚集,阻碍了晶体的连续生长。以 KCl 为助熔剂时(图 5(c)), $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉颗粒主要是大量不规则微米尺寸的块状颗粒和少许的团聚小颗粒组成,这就说明 KCl 可以在促进反应的同时能够很好的在晶界处富集,提高了颗粒尺寸分布的均匀性。以 Na_2SO_4 为助熔剂制备得到的 $\text{GdNbO}_4:\text{Tb}^{3+}$ 样品的 SEM 图片如图 5

(d)所示,可以看出此时颗粒表面光滑、颗粒大小趋于一致,尺寸分布在 $1\sim 5\ \mu\text{m}$ 范围,而且颗粒的结晶显得更加完美,这些都说明 Na_2SO_4 可以在烧结过程中很好的富集在晶界处,阻碍晶体的过分生长和团聚,得到较为理想的微观形貌。

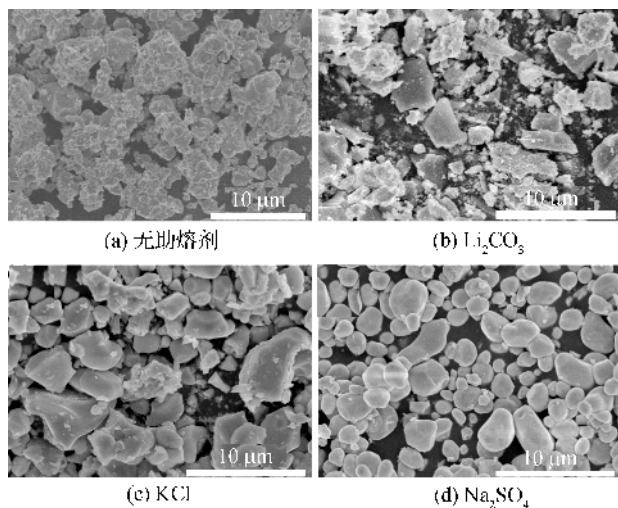


图5 不同助熔剂辅助烧结制备
 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的 SEM 照片

图6是在 $270\ \text{nm}$ 波长光激发下不同助熔剂辅助烧结得到的 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 样品的发射光谱,通过与未添加助熔剂制备得到的样品的发射光谱对比可以看出添加助熔剂后发射峰的位置没有变化,但是位于 $543\ \text{nm}$ ($^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_5$)处发射峰的强度有了明显地提高,这是因为助熔剂的添加没有改变 Tb^{3+} 的跃迁发光能级变化,但是助熔剂在烧结过程中能够起到帮助熔化及溶媒的作用。助熔剂在高温下会形成一个微熔区,有利于 Tb^{3+} 扩散进入基质替换 Gd^{3+} ,从而使 Tb^{3+} 更均匀的分布到了基质中,最终提高了荧光粉的发光强度。此外,由图5的SEM形貌分析可以知道,助熔剂偏向于在晶界处富集从而阻碍晶体的连续性生长和晶体间的团聚,所以助熔剂的添加都不同程度的降低了颗粒间的团聚,表面变得更加光滑,颗粒的尺寸分布趋于一致,这些都能有效地减少表面缺陷所引起的光散射和能量由发光中心转移到缺陷而导致的能量损耗,从而大大的提高了发光强度。由于不同助熔剂的物理化学性质不同,所以对提高 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉位于 $543\ \text{nm}$ 处主发射峰的强度大小程度也不相同。而以 Na_2SO_4 为助熔剂时位于 $543\ \text{nm}$ 主发射峰强度比未添加助熔剂的强度提高了近1.3倍,这足以说明 Na_2SO_4 是高温固相法制备 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉较为理想的助熔剂。

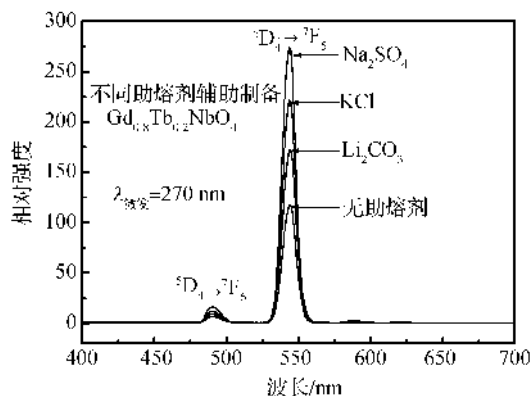


图6 不同助熔剂辅助制备
 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的发射光谱

2 结 论

采用高温固相法制备出了纯度较高的 M-褐钇铌矿 $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ 荧光粉,在最佳 Tb^{3+} 掺杂浓度基础上,通过添加助熔剂的方法进一步提高 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的发光强度。结果发现不同助熔剂对 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉的微观形貌有很大的影响,而以 Na_2SO_4 为助熔剂时,不仅得到了分散性好的 $1\sim 5\ \mu\text{m}$ 尺寸范围的鹅卵石状颗粒,而且在不影响 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉主发射峰位置的情况下发光强度比未添加助熔剂的强度提高了近1.3倍。这种以 Na_2SO_4 为助熔剂得到的 $\text{Gd}_{0.8}\text{Tb}_{0.2}\text{NbO}_4$ 荧光粉,不仅可以满足工业生产中 对 荧 光 粉 颗 粒 度、颗 粒 尺 寸 分 布 和 涂 覆 性 等 方 面 的 要 求,而且发光强度高,有望以后取代目前市场上通用的绿色荧光粉。

参考文献:

- [1] WANG Y, ZHU G, XIN S, et al. Recent development in rare earth doped phosphors for white light emitting diodes[J]. Journal of Rare Earths, 2015, 33(1): 1-12.
- [2] WANG X, LIU Q, BU Y, et al. Optical temperature sensing of rare-earth ion doped phosphors [J]. Rsc Advances, 2015, 5(105): 86219-86236.
- [3] STÜRZER T, DERONDEAU G, BERTSCHLER E M, et al. Superconductivity by rare earth doping in the 1038-type compounds with $\text{RE}=\text{Y}, \text{La-Nd}, \text{Sm-Lu}$ [J]. Solid State Communications, 2015, 201: 36-39.
- [4] 曾红春, 杨静静, 张晨纯. 电化学沉积法制备 $\text{Gd}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 薄膜的发光特性研究 [J]. 浙江理工大学学报, 2013, 30(3): 308-311.
- [5] JIANG J, MENG X J, GENG D Q, et al. Accelerated domain switching speed in single-crystal LiNbO_3 thin films [J]. Journal of Applied Physics, 2015, 117(10): 104101.

- [6] KRAD I, BIDAULT O, SAID S, et al. Characterization of KNbO_3 nanoplates synthesized by a stirred hydrothermal process[J]. *Materials Letters*, 2015, 159: 237-240.
- [7] DIAO C L, ZHENG H W. The preparation and surface photovoltage characterization of KNbO_3 powder [J]. *Journal of Materials Science-Materials in Electronics*, 2015, 26(5): 3108-3111.
- [8] MIELEWCZYK-GRYN A, NAVROTSKY A. Enthalpies of formation of rare earth niobates, RE_3NbO_7 [J]. *American Mineralogist*, 2015, 100(7): 1578-1583.
- [9] DYMSHITS O S, ALEKSEEVA I P, ZHILIN A A, et al. Structural characteristics and spectral properties of novel transparent lithium aluminosilicate glass-ceramics containing $(\text{Er}, \text{Yb})\text{NbO}_4$ nanocrystals [J]. *Journal of Luminescence*, 2015, 160: 337-345.
- [10] HIRANO M, DOZONO H. Synthesis of luminescent nanocrystals and solid solutions in the YNbO_4 - EuNbO_4 system via hydrothermal route [J]. *Materials Research Bulletin*, 2014, 50: 213-220.
- [11] LIU X, LÜ Y, CHEN C, et al. Synthesis and Luminescence Properties of $\text{YNbO}_4 : \text{A}$ ($\text{A} = \text{Eu}^{3+}$ and/or Tb^{3+}) Nanocrystalline Phosphors via a Sol-Gel Process [J]. *The Journal of Physical Chemistry C*, 2014, 118(47): 27516-27524.
- [12] CHOI S H, ANOOP G, SUH D W, et al. Effect of gadolinium incorporation on optical characteristics of $\text{YNbO}_4 : \text{Eu}^{3+}$ phosphors for lamp applications [J]. *Journal of Rare Earths*, 2012, 30(3): 205-209.
- [13] ĐAČANIN L R, DRAMIĆANIN M D, LUKIĆ-PETROVIĆ S R, et al. Eu^{3+} doped YNbO_4 phosphor properties for fluorescence thermometry [J]. *Radiation Measurements*, 2013, 56: 143-146.
- [14] XIAO X, YAN B. Synthesis and luminescent properties of novel $\text{RENbO}_4 : \text{Ln}^{3+}$ ($\text{RE} = \text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}; \text{Ln} = \text{Eu}, \text{Tb}$) micro-crystalline phosphors [J]. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2005, 351(46-48): 3634-3639.
- [15] CHIANG C-H, LIU T-H, LIN H-Y, et al. Effects of Flux Additives on Characteristics of $\text{Y}_{2.95}\text{Al}_5\text{O}_{12} : 0.05\text{Ce}^{3+}$ Phosphor: Thermal Stability and Application to WLEDs [J]. *Journal of Display Technology*, 2015, 11(5): 466-470.
- [16] XIE A, SHI Y, WANG Y. Effects of flux on crystal structure and luminescent properties of nitroxides phosphors [J]. *Science China-Physics Mechanics & Astronomy*, 2014, 57(12): 2228-2234.
- [17] BLASSE G. Luminescence processes in niobates with fergusonite structure [J]. *Journal of Luminescence*, 1976, 14(3): 231-233.

Effects of Fluxes on Morphologies and Photoluminescence Properties of $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ Green Phosphors

ZHOU Weijie, WANG Guangfa, GAO Linhui, GONG Ziqiang, LIAO Shicai, ZHU Hongliang

(College of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ green phosphor with different dosage concentration was prepared with traditional high temperature solid-state reaction method. Spectrofluorimetry, analysis shows that the maximum emission peak of $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ phosphor belongs to strong green light emission of $\text{Tb}^{3+} {}^5\text{D}_4 \rightarrow {}^7\text{F}_5$ electron transition (543nm). Besides, when dosage concentration of Tb^{3+} is 20%, luminescent intensity of phosphor reaches the maximum value. In other words, the optimal dosage concentration of $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ green phosphor is 20%. Based on the optimal dosage concentration, the addition of fluxes in the preparation process can further improve photoluminescence properties of $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$ phosphor. Especially when Na_2SO_4 is used as the flux, micron cobblestone-shaped micro particles with excellent dispersity and narrow size distribution ranged can be obtained. In addition, green light emission intensity at 543nm increases by about 1.3 times, compared with green light emission intensity of the product gained without any flux.

Key words: $\text{Gd}_{1-x}\text{Tb}_x\text{NbO}_4$; green phosphors; photoluminescence properties; fluxes

(责任编辑:唐志荣)