



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108410453 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(21)申请号 201810203547.X

(22)申请日 2018.03.12

(71)申请人 盐城工学院

地址 224000 江苏省盐城市亭湖区希望大道中路1号

(72)发明人 杜文字 韩朋德 曹歆昕 方岩
王亚娟 郁文静 姜晓萍

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11371

代理人 王闯

(51)Int.Cl.

C09K 11/64(2006.01)

B82Y 30/00(2011.01)

B82Y 40/00(2011.01)

H01L 33/50(2010.01)

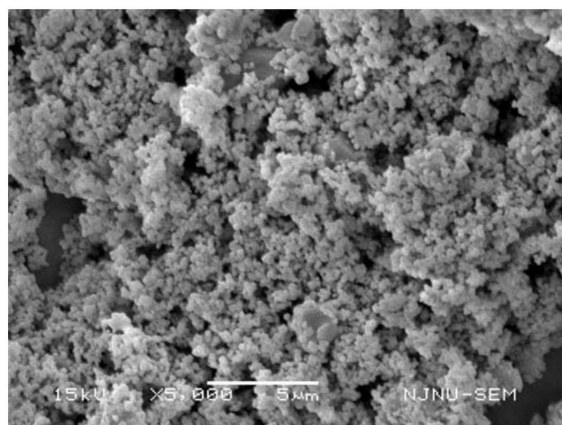
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

铈掺杂单一基质白光荧光材料及其制备方法和应用

(57)摘要

本发明提供的铈掺杂单一基质白光荧光材料及其制备方法和应用,涉及稀土发光材料技术领域。一种铈掺杂单一基质白光荧光材料,其化学式为 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}:x\text{Eu}$,其中, $0.005 \leq x \leq 0.02$ 。该铈掺杂单一基质白色荧光材料在近紫外光激发下可实现白光发射。一种铈掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,包括:将 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCl_2 、柠檬酸与 $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ 混合制得凝胶,对凝胶进行热处理和煅烧得到铈掺杂单一基质白光荧光材料。该制备方法合成温度低,操作方便,安全性高。



1. 一种铕掺杂单一基质白光荧光材料,其特征在于,所述铕掺杂单一基质白光荧光材料的化学式为 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}:\text{xEu}$,其中, $0.005 \leq x \leq 0.02$ 。

2. 根据权利要求1所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料,其特征在于,所述铕掺杂单一基质白光荧光材料中铕元素呈现 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 两种价态。

3. 一种如权利要求1或2所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,其特征在于,包括:将 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCl_2 、柠檬酸与 $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ 混合制得凝胶,对所述凝胶进行热处理和煅烧得到所述铕掺杂单一基质白光荧光材料。

4. 根据权利要求3所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,其特征在于,所述凝胶的制备方法包括:

将所述 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、所述 CaCl_2 、所述柠檬酸与适量的水混合制得混合溶液,将预先配制好的 $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ 水溶液与所述混合溶液混合,搅拌形成溶胶;加热所述溶胶得到所述凝胶。

5. 根据权利要求4所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,其特征在于,所述 CaCl_2 与所述 $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ 的摩尔数的比为 $1:0.005 \sim 0.02$ 。

6. 根据权利要求4所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,其特征在于,所述柠檬酸的摩尔数与所述 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、所述 CaCl_2 和所述 $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ 的总摩尔数的比为 $0.5 \sim 2:1$ 。

7. 根据权利要求4所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,其特征在于,加热所述溶胶的方法包括:将所述溶胶密封,恒温搅拌回流 $0.5 \sim 2\text{h}$ 后,解开密封,继续恒温搅拌形成所述凝胶。

8. 根据权利要求3所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,其特征在于,所述凝胶在 $150 \sim 200^\circ\text{C}$ 的条件下热处理 $2 \sim 4\text{h}$,得到前驱体粉末。

9. 根据权利要求8所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,其特征在于,将所述前驱体粉末在 $900 \sim 1100^\circ\text{C}$ 的条件下煅烧 $2 \sim 4\text{h}$ 。

10. 如权利要求1或2所述的铕掺杂单一基质白光荧光材料在白光LED方面的应用。

铈掺杂单一基质白光荧光材料及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及稀土发光材料技术领域,且特别涉及铈掺杂单一基质白光荧光材料及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 白光LED以其节能、环保等优点已在固态照明领域获得了初步应用,是人类照明史上的一次革命,其相关产业是应对国际金融危机、保持经济平稳较快发展的重要突破口,也是催生技术革命、培育新兴产业、促进节能减排、应对全球气候变化的重要途径。目前,基于荧光粉光转换产生白光的方案以其工艺简单、效率高等特点仍是目前应用和研究的主流。其中,近紫外LED芯片搭配红绿蓝三基色荧光粉尽管可以提供优异色彩均匀性和显色指数,但此类器件的发光效率受限于光在不同荧光粉间的重吸收及其配比调控;同时,红粉的发光强度远弱于同激发的绿、蓝粉,工作环境下的化学稳定性和色纯度也有待于进一步提高。因此,开发适用于近紫外LED芯片的新型单基质白光荧光粉是很迫切的,在单一基质中实现全色发光,避免荧光粉混合物的配比调控、光重吸收及长时间工作下的不同步光衰,提高器件的发光效率和色彩还原性。

[0003] 目前,单一基质白光荧光粉主要通过以下几种方式来实现:一是两种离子共激活的单一基质白光荧光粉,包括 $\text{Eu}^{2+}/\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Eu}^{2+}/\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}/\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Tm}^{3+}/\text{Dy}^{3+}$ 、 $\text{Eu}^{3+}/\text{Dy}^{3+}$ 等共激活的基于能量传递的单一基质白光荧光粉,但这类两种离子共激活的单一基质白光荧光粉在调节发光颜色方面非常有限,而且在能量传递过程中浪费了大部分能量;二是三种离子共激活的单一基质白光荧光粉,包括 $\text{Ce}^{3+}/\text{Tb}^{3+}/\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Eu}^{2+}/\text{Tb}^{3+}/\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Eu}^{2+}/\text{Tb}^{3+}/\text{Tm}^{3+}$ 、 $\text{Dy}^{3+}/\text{Tm}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$ 等,由于存在多种不同激活剂,光谱分布难以调控及峰值强度比差异大,也降低材料的热稳定性。因此,采用单基质、单激活离子实现白光发射的荧光粉,可有效解决单基质共激活剂白光荧光粉因配比不合理而导致光谱分布和峰值强度难调控的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种铈掺杂单一基质白光荧光材料,该铈掺杂单一基质白色荧光材料在近紫外光激发下可实现白光发射。

[0005] 本发明的另一目的在于提供一种铈掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,该制备方法合成温度低,操作方便,安全性高。

[0006] 本发明的又一目的在于提供一种铈掺杂单一基质白光荧光材料在白光LED方面的应用。

[0007] 本发明解决其技术问题是采用以下技术方案来实现的:

[0008] 一种铈掺杂单一基质白光荧光材料,其化学式为 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}:\text{xEu}$,其中, $0.005 \leq \text{x} \leq 0.02$ 。

[0009] 一种铈掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,包括:将 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCl_2 、柠檬酸与 $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ 混合制得凝胶,对凝胶进行热处理和煅烧得到铈掺杂单一基质白光荧光

材料。

[0010] 如上述铈掺杂单一基质白光荧光材料在白光LED方面的应用。

[0011] 本发明实施例的铈掺杂单一基质白光荧光材料及其制备方法和应用的有益效果是：

[0012] 本发明制备了一种 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 混合价态离子共激活的单一基质白光荧光材料， Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 混合价态离子共激活的单一基质白光荧光材料避免了能量传递体系所引起的大量能量损失。利用 Eu^{2+} 的 $4f^65d^1 \rightarrow 4f^7$ 能级间跃迁产生的宽带蓝绿光发射和 Eu^{3+} 的 ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_J$ ($J=0, 1, 2, 3, 4$) 能级间跃迁产生的线状橙红光发射，而得到白光发射。此外，由于 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 截然不同的发光性质，结合二者发光特点的荧光粉体系具有更为灵活可调的发光性质，因此能够满足在具体实际应用当中的一些特定要求。

[0013] 本发明提供的铈掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法，合成温度低，操作方便安全，不使用 CO 、 H_2 等危险性还原气体，可直接在空气中制备 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 混合价态离子共激活的白光荧光材料，利用柠檬酸燃烧过程中形成的还原性气氛，在 Eu^{3+} 不等价取代 Ca^{2+} 的基础上进一步促进了 Eu^{3+} 被还原为 Eu^{2+} ；并通过合理地设计工艺参数，抑制 Eu^{3+} 的自还原程度，调节 $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ 的配比，获得更优异的白光发射。通过该方法制得的铈掺杂单一基质白光荧光材料颗粒尺寸均匀，无需进一步球磨。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍。应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定。对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0015] 图1为本发明实施例1提供的铈掺杂单一基质白光荧光材料的XRD衍射图谱；

[0016] 图2为本发明实施例1提供的铈掺杂单一基质白光荧光材料的SEM测试结果；

[0017] 图3为本发明实施例1提供的铈掺杂单一基质白光荧光材料的荧光光谱图；

[0018] 图4为本发明实施例1提供的铈掺杂单一基质白光荧光材料的发光色度图。

具体实施方式

[0019] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者，按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0020] 下面对本发明实施例的铈掺杂单一基质白光荧光材料及其制备方法和应用进行具体说明。

[0021] 本发明实施例提供一种铈掺杂单一基质白光荧光材料，该荧光材料的化学式为 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}:\text{xEu}$ ，其中， $0.005 \leq x \leq 0.02$ 。进一步地，在本发明较优的实施例中，铈元素呈现 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 两种价态。

[0022] Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 混合价态离子共激活的单一基质白光荧光材料避免了能量传递体系所引起的大量能量损失。利用 Eu^{2+} 的 $4f^65d^1 \rightarrow 4f^7$ 能级间跃迁产生的宽带蓝绿光发射和 Eu^{3+} 的

${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_J$ ($J=0, 1, 2, 3, 4$) 能级间跃迁产生的线状橙红光发射, 而得到白光发射。此外, 由于 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 截然不同的发光性质, 结合二者发光特点的荧光粉体系具有更为灵活可调的发光性质, 因此能够满足在具体实际应用当中的一些特定要求。

[0023] $Ca_{12}Al_{14}O_{33}$ 是一种具有多种格位的宽带隙氧化物材料, 能被合适离子半径的离子所取代, 由于 $Ca_{12}Al_{14}O_{33}$ 材料的阳离子周围的晶体场会受到笼中阴离子基团的调制, 材料的对称性会显著降低。由离子半径的比较可知, 具有低对称性的 Ca^{2+} 离子与 Eu^{3+} 的离子半径很相近, 因此 Eu^{3+} 离子容易进入 $Ca_{12}Al_{14}O_{33}$ 的晶格取代 Ca^{2+} 离子, 由于二者所带电荷不同, 为了维持整个体系的电价平衡, 两个 Eu^{3+} 将取代三个 Ca^{2+} , 伴随着产生一个空穴 $[V_{Ca}]^{\prime}$ 和两个带有一个正电荷的缺陷 $[Eu_{Ca}]^*$, 在持续的热激活作用下, $[V_{Ca}]^{\prime}$ 所带的两个电子会被释放并同时被两个缺陷处的 Eu^{3+} 所捕捉, 从而使 Eu^{3+} 被还原为 Eu^{2+} 。在高温作用下, 尽管基质材料会从周围环境中吸收氧气, 将 Eu^{2+} 再次氧化为 Eu^{3+} , 但 $Ca_{12}Al_{14}O_{33}$ 的晶体结构是由亚纳米尺寸的笼子密堆积构成的三维网络结构, 这样的结构可包围被缺陷所还原的 Eu^{2+} , 从而保护 Eu^{2+} 不致被外界的空气完全氧化, 也就形成了混合价态 Eu 离子掺杂的最终结果。同时, 考虑到 $Ca_{12}Al_{14}O_{33}$ 的骨架为纳米结构且带正电, 这有利于稀土离子的均匀掺杂和稀土离子的 4f 电子跃迁的禁戒解除, 从而稀土离子的发光可得到显著的增强, 因此可实现 Eu^{3+} 和 Eu^{2+} 良好的荧光发射。

[0024] 本发明实施例提供一种铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法, 包括:

[0025] 按化学计量比获取 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 、 $CaCl_2$ 、柠檬酸与 $Eu(NO_3)_3$, 在本发明的实施例中, $CaCl_2$ 与 $Eu(NO_3)_3$ 的摩尔数的比为 $1:0.005 \sim 0.02$, 柠檬酸的摩尔数与 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 、 $CaCl_2$ 和 $Eu(NO_3)_3$ 的总摩尔数的比为 $0.5 \sim 2:1$ 。

[0026] 将 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 、 $CaCl_2$ 与柠檬酸置于烧杯中, 加入蒸馏水搅拌均匀。量取预先配置好的 $Eu(NO_3)_3$ 溶液置于烧杯中搅拌均匀, 形成透明溶胶。

[0027] 将烧杯密封, 在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌回流 $0.5 \sim 2h$, 解开密封, 继续在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌, 将水分不断蒸发, 直至形成透明凝胶。

[0028] 将装有透明凝胶的烧杯置于电热鼓风干燥箱中, 在 $150 \sim 200^\circ C$ 的条件下热处理 $2 \sim 4h$ 形成蓬松的前驱体粉末。将前驱体粉末置于快速升温箱式电阻炉中在空气气氛下在 $900 \sim 1100^\circ C$ 的条件下煅烧 $2 \sim 4h$, 即可得到铕掺杂单一基质白光荧光材料。

[0029] 铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法中, 合成温度低, 操作方便安全, 不使用 CO 、 H_2 等危险性还原气体, 可直接在空气中制备 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 混合价态离子共激活的白光荧光材料, 利用柠檬酸燃烧过程中形成的还原性气氛, 在 Eu^{3+} 不等价取代 Ca^{2+} 的基础上进一步促进了 Eu^{3+} 被还原为 Eu^{2+} ; 并通过合理地设计工艺参数, 抑制 Eu^{3+} 的自还原程度, 调节 Eu^{2+}/Eu^{3+} 的配比, 获得更优异的白光发射。通过该方法制得的铕掺杂单一基质白光荧光材料颗粒尺寸均匀, 无需进一步球磨。

[0030] 本发明提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料在近紫外光激发下可实现白光发射, 可以用于白光 LED 领域。

[0031] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0032] 实施例 1

[0033] 本实施例提供了一种铕掺杂单一基质白光荧光材料, 化学式为 $Ca_{12}Al_{14}O_{33}: 0.005Eu$, 主要由以下步骤制备而成:

[0034] 称取所需原料37.87gAl(NO₃)₃·9H₂O、9.6gCaCl₂与78.98g柠檬酸置于烧杯中,加入蒸馏水搅拌均匀,量取2.16ml预先配置好的0.2mol/l的Eu(NO₃)₃溶液置于烧杯中搅拌均匀,形成透明溶胶,然后将烧杯密封,在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌回流0.5h后,解开密封,继续在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌,将水分不断蒸发,直至形成透明凝胶。然后将装有透明凝胶的烧杯置于150℃电热鼓风干燥箱中热处理4h,形成蓬松的前驱体粉末。将前驱体粉末置于快速升温箱式电阻炉中在空气气氛下于900℃下煅烧2h,得到10g铕掺杂单一基质白光荧光材料。

[0035] 实施例2

[0036] 本实施例提供了一种铕掺杂单一基质白光荧光材料,化学式为Ca₁₂Al₁₄O₃₃:0.01Eu,主要由以下步骤制备而成:

[0037] 称取所需原料37.87gAl(NO₃)₃·9H₂O、9.6gCaCl₂与59.37g柠檬酸置于烧杯中,加入蒸馏水搅拌均匀,量取4.33ml预先配置好的0.2mol/l的Eu(NO₃)₃溶液置于烧杯中搅拌均匀,形成透明溶胶,然后将烧杯密封,在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌回流1h后,解开密封,继续在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌,将水分不断蒸发,直至形成透明凝胶。然后将装有透明凝胶的烧杯置于160℃电热鼓风干燥箱中热处理3h,形成蓬松的前驱体粉末。将前驱体粉末置于快速升温箱式电阻炉中在空气气氛下于1000℃下煅烧3h,得到10g铕掺杂单一基质白光荧光材料。

[0038] 实施例3

[0039] 本实施例提供了一种铕掺杂单一基质白光荧光材料,化学式为Ca₁₂Al₁₄O₃₃:0.015Eu,主要由以下步骤制备而成:

[0040] 称取所需原料37.87gAl(NO₃)₃·9H₂O、9.6gCaCl₂与39.67g柠檬酸置于烧杯中,加入蒸馏水搅拌均匀,量取6.49ml预先配置好的0.2mol/l的Eu(NO₃)₃溶液置于烧杯中搅拌均匀,形成透明溶胶,然后将烧杯密封,在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌回流1.5h后,解开密封,继续在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌,将水分不断蒸发,直至形成透明凝胶。然后将装有透明凝胶的烧杯置于180℃电热鼓风干燥箱中热处理2h,形成蓬松的前驱体粉末。将前驱体粉末置于快速升温箱式电阻炉中在空气气氛下于1100℃下煅烧4h,得到10g铕掺杂单一基质白光荧光材料。

[0041] 实施例4

[0042] 本实施例提供了一种铕掺杂单一基质白光荧光材料,化学式为Ca₁₂Al₁₄O₃₃:0.02Eu,主要由以下步骤制备而成:

[0043] 称取所需原料37.87gAl(NO₃)₃·9H₂O、9.6gCaCl₂与19.88g柠檬酸置于烧杯中,加入蒸馏水搅拌均匀,量取8.65ml预先配置好的0.2mol/l的Eu(NO₃)₃溶液置于烧杯中搅拌均匀,形成透明溶胶,然后将烧杯密封,在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌回流2h后,解开密封,继续在恒温磁力搅拌器上一边加热一边搅拌,将水分不断蒸发,直至形成透明凝胶。然后将装有透明凝胶的烧杯置于200℃电热鼓风干燥箱中热处理2h,形成蓬松的前驱体粉末。将前驱体粉末置于快速升温箱式电阻炉中在空气气氛下于1050℃下煅烧3h,得到10g铕掺杂单一基质白光荧光材料。

[0044] 试验例1

[0045] 铕掺杂单一基质白光荧光材料的XRD物相分析和显微结构测试。

[0046] 用X射线衍射仪(XRD,D/Max2500)对实施例1~4所提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料进行物相组成分析,并采用扫描电子显微镜(SEM,JEOL-6310)进行微观形貌分析。

[0047] 实施例1~4的测试结果基本相同,此处以实施例1的测试结果为例进行分析。从图1可以看出,所制备的粉体的XRD图谱均可以用标准卡片JCPDS09-0413来标定,各衍射峰的峰位置分别对应于 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ 相的各晶面特征衍射峰,这表明所制备的样品主晶相均为 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ 相,并且没有其他物质相的峰存在。说明Eu进入到了 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ 的晶格中,且并未破坏 $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ 的晶体结构。图2为实施例1所提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料的SEM测试结果,扫描电镜的测试结果显示样品颗粒尺寸均匀,无需进一步球磨。

[0048] 试验例2

[0049] 铕掺杂单一基质白光荧光材料在395nm近紫外光激发下的荧光光谱测试。

[0050] 采用F4600型荧光光谱仪对实施例1~4所提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料进行在395nm近紫外光激发下的荧光光谱测试,测试波段范围400~800nm,以实施例1的测试结果为例进行分析,测试结果见图3。

[0051] 从图3可以看出,本发明实施例1所提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料在395nm近紫外光激发下展示出 Eu^{2+} 的 $4f^65d^1 \rightarrow 4f^7$ 能级间跃迁产生的宽带蓝绿光特征发射和 Eu^{3+} 的 ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_J$ ($J=0,1,2,3,4$)能级间跃迁产生的线状橙红光特征发射。

[0052] 试验例3

[0053] 铕掺杂单一基质白光荧光材料的发光色度分析。

[0054] 采用ColorCoordinate软件对铕掺杂单一基质白光荧光材料的发光颜色进行色度分析,计算样品的色坐标,以实施例1的计算结果为例进行分析,计算结果见图4。

[0055] 从图4可以看出,本发明实施例1所提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料的色坐标位于白光范围内。

[0056] 综上所述,本发明提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料,铕元素呈现 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 两种价态,利用 Eu^{2+} 产生的宽带蓝绿光发射和 Eu^{3+} 产生的线状橙红光发射,而得到白光发射。本发明提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料的制备方法,合成温度低,操作方便安全,不使用 CO 、 H_2 等危险性还原气体,可直接在空气中制备 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} 混合价态离子共激活的白光荧光材料,制得的铕掺杂单一基质白光荧光材料颗粒尺寸均匀,无需进一步球磨。本发明提供的铕掺杂单一基质白光荧光材料可应用于白光LED中。

[0057] 以上所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

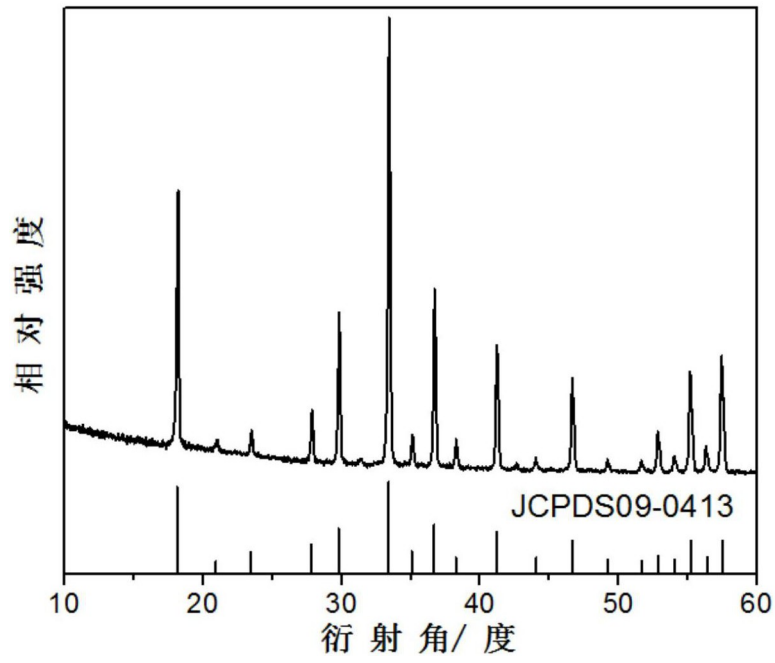


图1

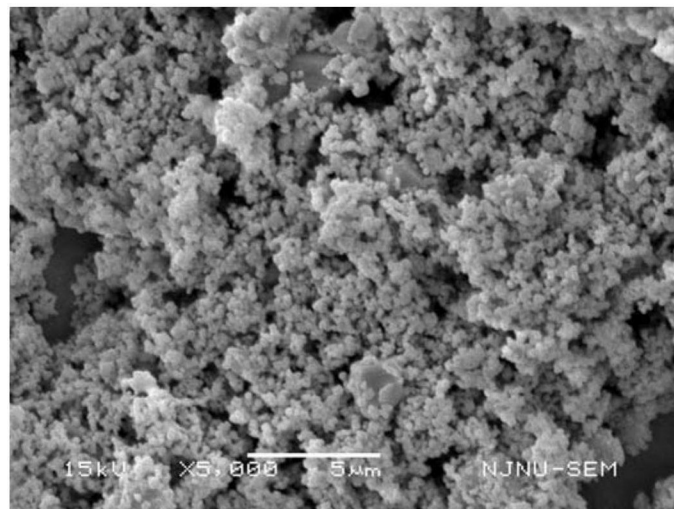


图2

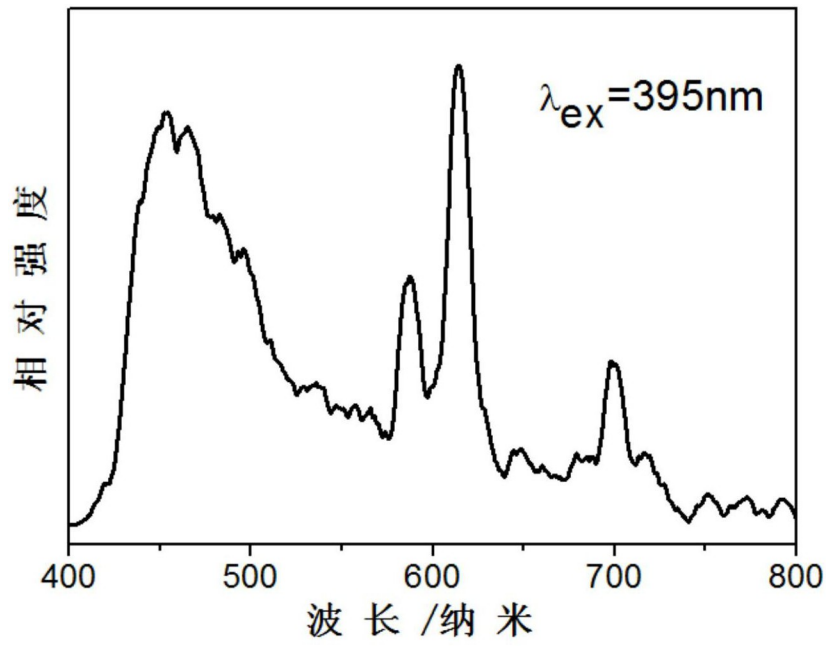


图3

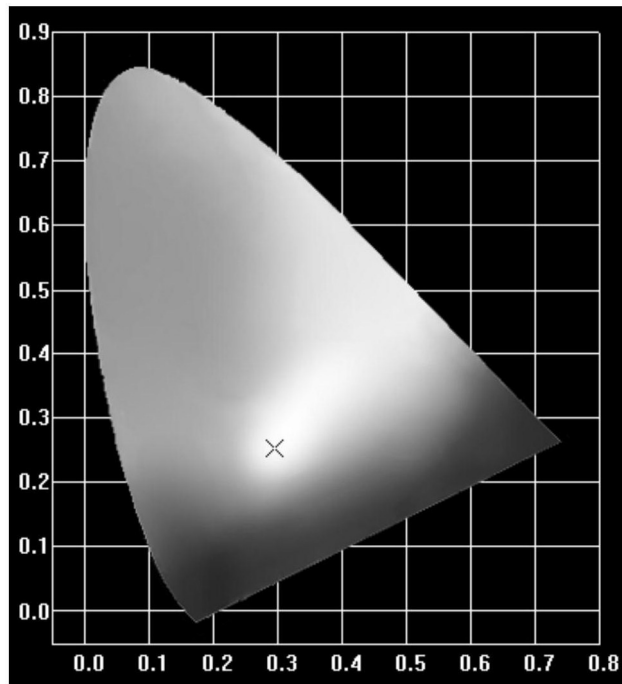


图4