

颜色可调的单一相荧光材料及其应用

申请号：[201210484091.1](#)

申请日：2012-11-23

申请(专利权)人 [中国科学院长春光学精密机械与物理研究所](#)

地址 [130033 吉林省长春市东南湖大路3888号](#)

发明(设计)人 [张家骅 张亮亮 张霞 郝振东](#)

主分类号 [C09K11/80\(2006.01\)I](#)

分类号 [C09K11/80\(2006.01\)I](#) [H01L33/50\(2010.01\)I](#)

公开(公告)号 [102925153A](#)

公开(公告)日 [2013-02-13](#)

专利代理机构 [长春菁华专利商标代理事务所 22210](#)

代理人 [王丹阳](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102925153 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201210484091. 1

CN 101883835 A, 2010. 11. 10,

(22) 申请日 2012. 11. 23

Cora Hecht et al. SrAlSi₄N₇:Eu²⁺ - A

(73) 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

Nitridoalumosilicate Phosphor for Warm White Light (pc)LEDs with Edge-Sharing Tetrahedra. 《Chem. Mater.》. 2009, 第 21 卷第

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

1595-1601 页.

(72) 发明人 张家骅 张亮亮 张霞 郝振东

Xinmin Zhang et al. Orange emission enhancement by energy transfer in

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

Sr₃Al₂O₅Cl₂:Ce³⁺, Eu²⁺ phosphor for solid-state lighting. 《Journal of

代理人 王丹阳

Luminescence》. 2009, 第 130 卷第 117-120 页.

(51) Int. Cl.

Jian Ruan et al. Nitrogen Gas Pressure Synthesis and Photoluminescent Properties of Orange-Red SrAlSi₄N₇:Eu²⁺ Phosphors for White Light-Emitting Diodes. 《J. Am. Ceram. Soc.》. 2011, 第 94 卷第 536-542 页.

C09K 11/80 (2006. 01)

H01L 33/50 (2010. 01)

(56) 对比文件

审查员 邹少瑜

CN 101631843 A, 2010. 01. 20,

CN 101346452 A, 2009. 01. 14,

CN 102260500 A, 2011. 11. 30,

US 2008150412 A1, 2008. 06. 26,

CN 1186103 A, 1998. 07. 01,

CN 102399553 A, 2012. 04. 04,

CN 101519591 A, 2009. 09. 02,

CN 101818058 A, 2010. 09. 01, 全文.

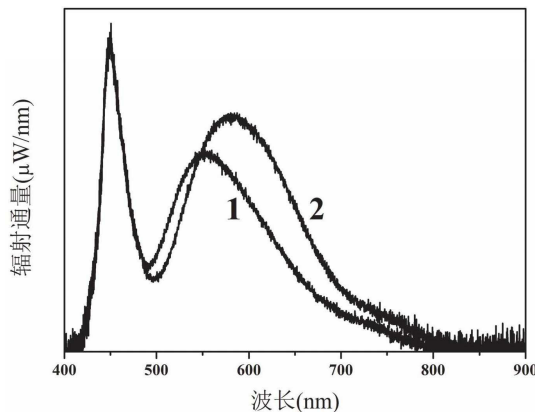
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

颜色可调的单一相荧光材料及其应用

(57) 摘要

颜色可调的单一相荧光材料及其应用, 解决了现有白光 LED 色温高, 显色指数低的技术问题, 该荧光材料的化学式为 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$, 其中, M 为 Ca 或 Ba, L 为 Li、Na 或 K, Ce 为三价铈离子, Eu 为二价铕离子, m, n, x, y 为元素摩尔分数, $0.01 \leq m \leq 0.1$, $0.001 \leq x \leq 0.1$, $0.001 \leq y \leq 0.2$, $0.1 \leq n/x \leq 0.99$ 或 $1.01 \leq n/x \leq 2$ 。本发明的荧光材料可被 400nm-500nm 的近紫外光和蓝光有效激发, 发射峰值在 550nm-630nm 内连续可调, 发射半高宽为 100-140nm, 可用于制作白光 LED。



1. 颜色可调的单一相荧光材料,其特征在于,该荧光材料的化学式为 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$,其中, M 为 Ca 或者 Ba, L 为 Li、Na 或者 K, Ce 为三价铈离子, Eu 为二价铕离子, m, n, x, y 为元素摩尔分数, $0.01 \leq m \leq 0.1$, $0.001 \leq x \leq 0.1$, $0.001 \leq y \leq 0.2$, $0.1 \leq n/x \leq 0.99$ 或 $1.01 \leq n/x \leq 2$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的颜色可调的单一相荧光材料,其特征在于,所述的元素摩尔分数, $0.02 \leq m \leq 0.06$, $0.01 \leq x \leq 0.05$, $0.001 \leq y \leq 0.05$, $0.5 \leq n/x \leq 0.9$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的颜色可调的单一相荧光材料,其特征在于,所述的 M 为 Ba, L 为 K。

4. 根据权利要求 1 所述的颜色可调的单一相荧光材料,其特征在于,所述的荧光材料的晶格结构为正交晶系,空间群为 $\text{Pna}2_1$ 。

5. 权利要求 1-4 任何一项所述的颜色可调的单一相荧光材料在制作白光 LED 中的应用。

6. 根据权利要求 5 所述的颜色可调的单一相荧光材料在制作白光 LED 中的应用,其特征在于,将颜色可调的单一相荧光材料与环氧树脂按质量比 7-9:100 混合均匀,调成浆料,涂覆在蓝色 InGaN 芯片上,灌封固化得到白光 LED。

颜色可调的单一相荧光材料及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种颜色可调的单一相荧光材料及其应用,属于发光技术领域。

背景技术

[0002] 现有广泛使用的照明材料如白炽灯、荧光灯,存在耗电、易碎和弃物汞污染等缺点,白光发光二极管(WLED)具有无毒、寿命长、高效节能、发热量低、抗震性及安全性好等诸多优点,被广泛应用于照明和显示领域,被认为是替代现有照明器件的下一代光源。

[0003] 目前可实现产业化的是光转换型WLED,其原理为使用蓝光InGaN管芯抽运黄色荧光粉。经过近几年的发展,这种蓝光加黄光模式已经成为商业化白光LED的主流。商业化白光LED上的黄色荧光粉主要应用的是YAG钇铝石榴石,其化学式为 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ (美国专利US2008116422-A1),虽然使用该荧光粉制作的白光LED具有很高的照明效率,但是,由于其发射光谱中缺少红光成分,导致其色温高(6000K),显色指数低(小于80),无法满足日常照明的需求。为了弥补蓝光加黄光模式的不足,可以将黄色YAG荧光粉和红色荧光粉混合,但这种方法由于不同荧光粉之间再吸收和稳定性不一致,存在白光LED整体发光效率低和发光颜色随驱动电流和工作时间漂移的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种颜色可调的单一相荧光材料及其应用,解决了蓝光加黄光模式白光LED高色温、低显色性,混合荧光粉导致白光LED整体发光效率低和发光颜色随驱动电流和工作时间漂移的问题。

[0005] 本发明提供颜色可调的单一相荧光材料,该荧光材料的化学式为 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$,其中,M为Ca或者Ba,L为Li、Na或者K,Ce为三价铈离子,Eu为二价铕离子,m,n,x,y为元素摩尔分数, $0.01 \leq m \leq 0.1$, $0.001 \leq x \leq 0.1$, $0.001 \leq y \leq 0.2$, $0.1 \leq n/x \leq 0.99$ 或 $1.01 \leq n/x \leq 2$ 。

[0006] 优选的是,所述的元素摩尔分数, $0.02 \leq m \leq 0.06$, $0.01 \leq x \leq 0.05$, $0.001 \leq y \leq 0.05$, $0.5 \leq n/x \leq 0.9$ 。

[0007] 优选的是,所述的M为Ba,L为K。

[0008] 本发明的颜色可调的单一相荧光材料,其晶格结构为正交晶系,空间群为 $\text{Pna}2_1$ 。

[0009] 本发明还提供上述荧光材料在制作白光LED中的应用:将颜色可调的单一相荧光材料与环氧树脂按质量比7-9:100混合均匀,调成浆料,涂覆在蓝色InGaN芯片上,灌封固化得到白光LED。

[0010] 本发明的有益效果:

[0011] (1) 本发明的颜色可调的单一相荧光材料,用半径较小的 Ce^{3+} 离子取代半径较大的 Sr^{2+} 离子时,造成了材料体系的晶格畸变及电荷失衡,致使材料体系中 Ce^{3+} 的固溶度降低,发光强度低,本发明通过掺入L(Li、Na、K)和Al共同起到电荷补偿和半径补偿的作用,有效改善了荧光材料的发光性能;

[0012] (2) 本发明的颜色可调的单一相荧光材料可被 400nm–500nm 的近紫外光和蓝光有效激发,通过 M(Ca 或 Ba) 取代 Sr,形成置换型固溶体,由于离子半径不同,因此可以有效改变 Ce^{3+} 和 Eu^{2+} 离子格位晶体场强度,有效调控荧光材料的发射光谱,实现发射峰峰值在 550–630nm 范围内连续可调,发射半高宽为 100–140nm;

[0013] (3) 应用本发明的颜色可调的单一相荧光材料制作的白光 LED,具有低色温,高显色性,且由于其只需采用单一相荧光材料,克服了现有黄色荧光粉和红色荧光粉混合方法由于不同荧光粉之间再吸收和稳定性不一致,导致白光 LED 整体发光效率低、发光颜色随驱动电流和工作时间漂移的技术问题。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明实施例 1 的颜色可调的单一相荧光材料的 X 射线粉末衍射谱;

[0015] 图 2 为本发明实施例 17 的颜色可调的单一相荧光材料的激发光谱;

[0016] 图 3 为本发明实施例 17–21 的颜色可调的单一相荧光材料的发射光谱;

[0017] 图 4 为本发明实施例 26 和 27 的白光 LED 的光谱功率分布。

具体实施方式

[0018] 颜色可调的单一相荧光材料,该荧光材料的化学式为 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$,其中,M 为 Ca 或者 Ba,L 为 Li、Na 或者 K,Ce 为三价铈离子,Eu 为二价铕离子,m,n,x,y 为元素摩尔分数, $0.01 \leq m \leq 0.1$, $0.001 \leq x \leq 0.1$, $0.001 \leq y \leq 0.2$, $0.1 \leq n/x \leq 0.99$ 或 $1.01 \leq n/x \leq 2$ 。

[0019] 优选的是,所述的元素摩尔分数, $0.02 \leq m \leq 0.06$, $0.01 \leq x \leq 0.05$, $0.001 \leq y \leq 0.05$, $0.5 \leq n/x \leq 0.9$ 。

[0020] 优选的是,所述的 M 为 Ba,L 为 K。

[0021] 本发明的颜色可调的单一相荧光材料,其晶格结构属于正交晶系,空间群为 $\text{Pna}2_1$,其晶格结构特点为铝氮四面体以共楞方式连接并沿 [001] 方向形成无限链,然后这些无限链被硅氮四面体以共角连接的形式联系起来构成空间无限网格,并且形成了延 [001] 方向延伸的通道,Sr 离子则分布在这些通道里。

[0022] 本发明提供一种颜色可调的单一相荧光材料的制备方法,但本发明不限于此,该方法包含以下步骤:

[0023] (1) 按化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中元素的化学计量比称取 SrCO_3 、 Si_3N_4 、 CeO_2 、 Eu_2O_3 、 MF_2 和 L_2CO_3 ,按 Al 元素的化学计量比的 1–2 倍称取 AlN,按 Sr 元素化学计量比的 2.5 倍称取碳,

[0024] 所述的 M 为 Ca 或者 Ba,所述的 L 为 Li、Na 或者 K;

[0025] (2) 将上述原料混合研磨均匀后,放入坩埚,在氮气或氩气条件下,置于管式炉中焙烧,焙烧温度为 1500–1700℃,时间为 10–15 小时,得到烧结体;

[0026] (3) 将上述步骤得到的烧结体经研磨,过筛后即得颜色可调的单一相荧光材料。

[0027] 优选的是,所述的坩埚为钼坩埚,氮化硼坩埚,白金坩埚或石墨坩埚。

[0028] 本发明提供的颜色可调的单一相荧光材料的制备方法是利用碳粉在高温条件下将 SrO 还原并通过氮化工艺得到相应的金属氮化物,进而同其它原料继续反应生成最终产

物;在此过程中加入适当过量的碳粉有利于去除炉管及样品气孔中的残余氧气;在空气环境下,AlN 在 700–800℃之间开始氧化,1150℃保温 0.5h 就可以完全氧化,因此加入适当过量的 AlN 更有利于 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 荧光材料的合成。

[0029] 本发明还提供上述荧光材料在制作白光 LED 中的应用:将颜色可调的单一相荧光材料与环氧树脂按质量比 7–9:100 混合均匀,调成浆料,涂覆在蓝色 InGaN 芯片上烘烤固化,以环氧树脂灌封固化得到白光 LED。

[0030] 为使本领域技术人员进一步理解本发明,下面结合实施例及附图进一步说明本发明。

[0031] 实施例 1

[0032] 结合图 1 说明实施例 1

[0033] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.01$, $n=0.0001$, $x=0.001$, $y=0.001$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.9879}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.0001}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.001})\text{Al}_{1.0009}\text{Si}_{3.9991}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.98790mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.00005mol Li_2CO_3 , 0.00100mol CeO_2 , 0.00050mol Eu_2O_3 , 1.00090mol AlN, 1.33303mol Si_3N_4 , 2.5000 mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1500℃保温 15 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.9879}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.0001}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.001})\text{Al}_{1.0009}\text{Si}_{3.9991}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0034] 图 1 为本发明实施例 1 的颜色可调的单一相荧光材料的 X 射线粉末衍射谱;由图 1 可知,本发明的荧光材料其衍射峰位置同 $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7$ (Hecht Cora et.al. Chem. Mater. 2009, 21, 1595–1601) 一致,说明其晶体结构相同,为正交晶系,空间群 $\text{Pna}2_1$ 。

[0035] 实施例 2

[0036] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.01$, $n=0.0001$, $x=0.001$, $y=0.2$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.7889}\text{Ba}_{0.01}\text{K}_{0.0001}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.2})\text{Al}_{1.0009}\text{Si}_{3.9991}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.78890mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.00005mol K_2CO_3 , 0.00100mol CeO_2 , 0.10000mol Eu_2O_3 , 1.00090mol AlN, 1.33303mol Si_3N_4 , 2.50000 mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1700℃保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.7889}\text{Ba}_{0.01}\text{K}_{0.0001}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.2})\text{Al}_{1.0009}\text{Si}_{3.9991}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0037] 实施例 3

[0038] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.01$, $n=0.01$, $x=0.1$, $y=0.001$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.879}\text{Ba}_{0.01}\text{K}_{0.01}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.001})\text{Al}_{1.09}\text{Si}_{3.91}\text{N}_7$ 荧光材料,称取 0.87900mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.00500mol K_2CO_3 , 0.10000mol CeO_2 , 0.00050mol Eu_2O_3 , 1.09000mol AlN, 1.30333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1500℃保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.879}\text{Ba}_{0.01}\text{K}_{0.01}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.001})\text{Al}_{1.09}\text{Si}_{3.91}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0039] 实施例 4

[0040] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.01$, $n=0.01$, $x=0.1$, $y=0.2$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.68}\text{Ba}_{0.01}\text{K}_{0.01}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.2})\text{Al}_{1.09}\text{Si}_{3.91}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.68000mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.00500mol K_2CO_3 , 0.10000mol CeO_2 , 0.10000mol Eu_2O_3 , 1.09000mol AlN, 1.30333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1700℃保温 15 小时,即得

($\text{Sr}_{0.68}\text{Ba}_{0.01}\text{K}_{0.01}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.2}$) $\text{Al}_{1.09}\text{Si}_{3.91}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0041] 实施例 5

[0042] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 ($\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y$) $\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.01$, $n=0.002$, $x=0.001$, $y=0.001$ 时制备 ($\text{Sr}_{0.986}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.002}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.001}$) $\text{Al}_{0.999}\text{Si}_{4.001}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.98600mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.00100mol Li_2CO_3 , 0.00100mol CeO_2 , 0.00050mol Eu_2O_3 , 0.99900mol AlN , 1.33367mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1700℃ 保温 10 小时,即得 ($\text{Sr}_{0.986}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.002}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.001}$) $\text{Al}_{0.999}\text{Si}_{4.001}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0043] 实施例 6

[0044] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 ($\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y$) $\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.01$, $n=0.002$, $x=0.001$, $y=0.2$ 时制备 ($\text{Sr}_{0.787}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.002}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.2}$) $\text{Al}_{0.999}\text{Si}_{4.001}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.78700mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.00100mol Li_2CO_3 , 0.00100mol CeO_2 , 0.10000mol Eu_2O_3 , 0.99900mol AlN , 1.33367mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 ($\text{Sr}_{0.787}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.002}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.2}$) $\text{Al}_{0.999}\text{Si}_{4.001}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0045] 实施例 7

[0046] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 ($\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y$) $\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.01$, $n=0.2$, $x=0.1$, $y=0.001$ 时制备 ($\text{Sr}_{0.689}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.2}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.001}$) $\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{4.1}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.68900mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.10000mol Li_2CO_3 , 0.10000mol CeO_2 , 0.00050mol Eu_2O_3 , 0.90000mol AlN , 1.36667mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 ($\text{Sr}_{0.689}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.2}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.001}$) $\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{4.1}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0047] 实施例 8

[0048] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 ($\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y$) $\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.01$, $n=0.2$, $x=0.1$, $y=0.2$ 时制备 ($\text{Sr}_{0.49}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.2}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.2}$) $\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{4.1}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.49000mol SrCO_3 , 0.01000mol BaF_2 , 0.10000mol Li_2CO_3 , 0.10000mol CeO_2 , 0.10000mol Eu_2O_3 , 0.90000mol AlN , 1.36667mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 ($\text{Sr}_{0.49}\text{Ba}_{0.01}\text{Li}_{0.2}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.2}$) $\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{4.1}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0049] 实施例 9

[0050] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 ($\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y$) $\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.1$, $n=0.0001$, $x=0.001$, $y=0.001$ 时制备 ($\text{Sr}_{0.8979}\text{Ba}_{0.1}\text{Li}_{0.0001}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.001}$) $\text{Al}_{1.0009}\text{Si}_{3.9991}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.89790mol SrCO_3 , 0.10000mol BaF_2 , 0.00005mol Li_2CO_3 , 0.00100mol CeO_2 , 0.00050mol Eu_2O_3 , 1.00090mol AlN , 1.33303mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 ($\text{Sr}_{0.8979}\text{Ba}_{0.1}\text{Li}_{0.0001}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.001}$) $\text{Al}_{1.0009}\text{Si}_{3.9991}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0051] 实施例 10

[0052] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 ($\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y$) $\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.1$, $n=0.0001$, $x=0.001$, $y=0.2$ 时制备 ($\text{Sr}_{0.6989}\text{Ba}_{0.1}\text{Li}_{0.0001}\text{Ce}_{0.001}\text{Eu}_{0.2}$)

Al_{1.0009}Si_{3.9991}N₇ 荧光材料:称取 0.69890mol SrCO₃,0.10000mol BaF₂,0.00005mol Li₂CO₃,0.00100mol CeO₂,0.10000mol Eu₂O₃,1.00090mol AlN,1.33303mol Si₃N₄,2.50000mol C,混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 (Sr_{0.6989}Ba_{0.1}Li_{0.0001}Ce_{0.001}Eu_{0.2})Al_{1.0009}Si_{3.9991}N₇ 荧光材料。

[0053] 实施例 11

[0054] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 (Sr_{1-m-n-x-y}M_mL_nCe_xEu_y)Al_{1-n+x}Si_{4+n-x}N₇ 中 M 为 Ba, L 为 K, m=0.1, n=0.01, x=0.1, y=0.001 时制备 (Sr_{0.789}Ba_{0.1}K_{0.01}Ce_{0.1}Eu_{0.001})Al_{1.09}Si_{3.91}N₇ 荧光材料:称取 0.78900mol SrCO₃,0.10000mol BaF₂,0.00500mol K₂CO₃,0.10000mol CeO₂,0.00050mol Eu₂O₃,1.09000mol AlN,1.30333mol Si₃N₄,2.50000mol C,混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 (Sr_{0.789}Ba_{0.1}K_{0.01}Ce_{0.1}Eu_{0.001})Al_{1.09}Si_{3.91}N₇ 荧光材料。

[0055] 实施例 12

[0056] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 (Sr_{1-m-n-x-y}M_mL_nCe_xEu_y)Al_{1-n+x}Si_{4+n-x}N₇ 中 M 为 Ba, L 为 Li, m=0.1, n=0.01, x=0.1, y=0.2 时制备 (Sr_{0.59}Ba_{0.1}Li_{0.01}Ce_{0.1}Eu_{0.2})Al_{1.09}Si_{3.91}N₇ 荧光材料:称取 0.59000mol SrCO₃,0.10000mol BaF₂,0.00500mol Li₂CO₃,0.10000mol CeO₂,0.10000mol Eu₂O₃,1.09000mol AlN,1.30333mol Si₃N₄,2.50000mol C,混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 (Sr_{0.59}Ba_{0.1}Li_{0.01}Ce_{0.1}Eu_{0.2})Al_{1.09}Si_{3.91}N₇ 荧光材料。

[0057] 实施例 13

[0058] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 (Sr_{1-m-n-x-y}M_mL_nCe_xEu_y)Al_{1-n+x}Si_{4+n-x}N₇ 中 M 为 Ba, L 为 Li, m=0.1, n=0.002, x=0.001, y=0.001 时制备 (Sr_{0.896}Ba_{0.1}Li_{0.002}Ce_{0.001}Eu_{0.001})Al_{0.999}Si_{4.001}N₇ 荧光材料:称取 0.89600mol SrCO₃,0.10000mol BaF₂,0.00100mol Li₂CO₃,0.00100mol CeO₂,0.00050mol Eu₂O₃,0.99900mol AlN,1.33367mol Si₃N₄,2.50000mol C,混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 (Sr_{0.896}Ba_{0.1}Li_{0.002}Ce_{0.001}Eu_{0.001})Al_{0.999}Si_{4.001}N₇ 荧光材料。

[0059] 实施例 14

[0060] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 (Sr_{1-m-n-x-y}M_mL_nCe_xEu_y)Al_{1-n+x}Si_{4+n-x}N₇ 中 M 为 Ba, L 为 Li, m=0.1, n=0.002, x=0.001, y=0.2 时制备 (Sr_{0.697}Ba_{0.1}Li_{0.002}Ce_{0.001}Eu_{0.2})Al_{0.999}Si_{4.001}N₇ 荧光材料:称取 0.69700mol SrCO₃,0.10000mol BaF₂,0.00100mol Li₂CO₃,0.00100mol CeO₂,0.10000mol Eu₂O₃,0.99900mol AlN,1.33367mol Si₃N₄,2.50000mol C,混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 (Sr_{0.697}Ba_{0.1}Li_{0.002}Ce_{0.001}Eu_{0.2})Al_{0.999}Si_{4.001}N₇ 荧光材料。

[0061] 实施例 15

[0062] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 (Sr_{1-m-n-x-y}M_mL_nCe_xEu_y)Al_{1-n+x}Si_{4+n-x}N₇ 中 M 为 Ba, L 为 Li, m=0.1, n=0.2, x=0.1, y=0.001 时制备 (Sr_{0.599}Ba_{0.1}Li_{0.2}Ce_{0.1}Eu_{0.001})Al_{0.9}Si_{4.1}N₇ 荧光材料:称取 0.59900mol SrCO₃,0.10000mol BaF₂,0.10000mol Li₂CO₃,0.10000mol CeO₂,0.00050mol Eu₂O₃,0.90000mol AlN,1.36667mol Si₃N₄,2.50000mol C,混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 (Sr_{0.599}Ba_{0.1}Li_{0.2}Ce_{0.1}Eu_{0.001})Al_{0.9}Si_{4.1}N₇ 荧光材料。

[0063] 实施例 16

[0064] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Li, $m=0.1$, $n=0.2$, $x=0.1$, $y=0.2$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.4}\text{Ba}_{0.1}\text{Li}_{0.2}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.2})\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{4.1}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.40000mol SrCO_3 , 0.10000mol BaF_2 , 0.10000mol Li_2CO_3 , 0.10000mol CeO_2 , 0.10000mol Eu_2O_3 , 0.90000mol AlN , 1.36667mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.4}\text{Ba}_{0.1}\text{Li}_{0.2}\text{Ce}_{0.1}\text{Eu}_{0.2})\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{4.1}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0065] 实施例 17

[0066] 结合图 2 和图 3 说明实施例 17

[0067] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.001$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.899}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.001})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.89900mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.00050mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN , 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.899}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.001})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0068] 图 2 为本发明实施例 17 的颜色可调的单一相荧光材料的激发光谱 ($\lambda_{\text{em}}=555\text{nm}$);从图 2 可以看出本发明的荧光材料可被 400nm-500nm 的近紫外光及蓝光有效激发。

[0069] 实施例 18

[0070] 结合图 3 说明实施例 18

[0071] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.01$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.89000mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.00500mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN , 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0072] 实施例 19

[0073] 结合图 3 说明实施例 19

[0074] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.03$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.87}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.03})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.87000mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.01500mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN , 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃ 保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.87}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.03})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0075] 实施例 20

[0076] 结合图 3 说明实施例 20

[0077] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.05$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.85}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.05})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.85000mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.02500mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN , 1.32330mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研

磨, 置入石墨坩埚, 放入高温水平管式炉中, 在氮气条件下, 于 1600℃ 保温 10 小时, 即得 $(\text{Sr}_{0.85}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.05})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0078] 实施例 21

[0079] 结合图 3 说明实施例 21

[0080] 颜色可调的单一相荧光材料, 其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.1$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.8}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.1})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料: 称取 0.80000mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.05000mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN , 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后, 充分研磨, 置入石墨坩埚, 放入高温水平管式炉中, 在氮气条件下, 于 1600℃ 保温 10 小时, 即得 $(\text{Sr}_{0.8}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.1})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0081] 图 3 本发明实施例 17-21 的颜色可调的单一相荧光材料的发射光谱 ($\lambda_{\text{ex}}=450\text{nm}$); 曲线 1 为实施例 17 颜色可调的单一相荧光材料的发射光谱, 从曲线 1 可以看出, 本发明的荧光材料发射谱覆盖 500-650nm, 半高宽 120nm, 适于作为单一相荧光材料; 曲线 2 为实施例 18 颜色可调的单一相荧光材料的发射光谱, 从曲线 2 可以看出, 该荧光材料的发射峰值红移至 574nm; 曲线 3 为实施例 19 颜色可调的单一相荧光材料的发射光谱, 从曲线 3 可以看出, 该荧光材料的发射峰值红移至 590nm; 曲线 4 为实施例 20 颜色可调的单一相荧光材料的发射光谱, 从曲线 4 可以看出, 该荧光材料的发射峰值红移至 597nm; 曲线 5 为实施例 21 颜色可调的单一相荧光材料的发射光谱, 从曲线 5 可以看出, 该荧光材料的发射峰值红移至 610nm。

[0082] 图 3 表明, 本发明的荧光材料可以实现在黄光到橙红光范围内的连续可调。

[0083] 实施例 22

[0084] 颜色可调的单一相荧光材料, 其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 Na, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.01$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{Na}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料: 称取 0.89000mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol Na_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.00500mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN , 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后, 充分研磨, 置入石墨坩埚, 放入高温水平管式炉中, 在氮气条件下, 于 1600℃ 保温 10 小时, 即得 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{Na}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0085] 实施例 23

[0086] 颜色可调的单一相荧光材料, 其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.01$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料: 称取 0.89000mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.0050mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN , 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后, 充分研磨, 置入石墨坩埚, 放入高温水平管式炉中, 在氮气条件下, 于 1600℃ 保温 10 小时, 即得 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0087] 实施例 24

[0088] 颜色可调的单一相荧光材料, 其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ca, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.01$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ca}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料: 称取 0.89000mol SrCO_3 , 0.03000mol CaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.00500mol Eu_2O_3 , 1.03000mol AlN (过量 10%mol), 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合

后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ca}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0089] 实施例 25

[0090] 颜色可调的单一相荧光材料,其化学式 $(\text{Sr}_{1-m-n-x-y}\text{M}_m\text{L}_n\text{Ce}_x\text{Eu}_y)\text{Al}_{1-n+x}\text{Si}_{4+n-x}\text{N}_7$ 中 M 为 Ba, L 为 K, $m=0.03$, $n=0.02$, $x=0.05$, $y=0.01$ 时制备 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料:称取 0.89000mol SrCO_3 , 0.03000mol BaF_2 , 0.01000mol K_2CO_3 , 0.05000mol CeO_2 , 0.00500mol Eu_2O_3 2.06000mol AlN (过量 100%mol), 1.32333mol Si_3N_4 , 2.50000mol C, 混合后,充分研磨,置入石墨坩埚,放入高温水平管式炉中,在氮气条件下,于 1600℃保温 10 小时,即得 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料。

[0091] 实施例 26

[0092] 结合图 4 说明实施例 26

[0093] 以实施例 17 制备的 $(\text{Sr}_{0.899}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.001})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料为原料,选用无色透明环氧树脂做介质,按荧光材料与介质质量比 7:100 混合均匀,调成浆料,涂覆在 450nm InGaN 芯片上烘烤固化,用环氧树脂灌封固化而成白光 LED。

[0094] 实施例 27

[0095] 结合图 4 说明实施例 27

[0096] 以实施例 19 制备的 $(\text{Sr}_{0.89}\text{Ba}_{0.03}\text{K}_{0.02}\text{Ce}_{0.05}\text{Eu}_{0.01})\text{Al}_{1.03}\text{Si}_{3.97}\text{N}_7$ 荧光材料为原料,选用无色透明环氧树脂做介质,按荧光材料与介质质量比 9:100 混合均匀,调成浆料,涂覆在 450nm InGaN 芯片上烘烤固化,用环氧树脂灌封固化而成白光 LED。

[0097] 图 4 为本发明实施例 26 和 27 的白光 LED 的光谱功率分布;曲线 1 为本发明实施例 26 的白光 LED 的光谱功率分布,从曲线 1 可以看出,在 20mA 电流驱动下,该白光 LED 的显色指数为 80,色坐标为 (0.33, 0.34),色温为 5532K;曲线 2 为本发明实施例 27 的白光 LED 光谱功率分布,从曲线 2 可以看出,在 20mA 电流驱动下,该白光 LED 的显色指数为 88,色坐标为 (0.34 0.31),色温为 5072K。

[0098] 图 4 表明,本发明的荧光材料制作的白光 LED 光色可调,具有低色温、高显色性。

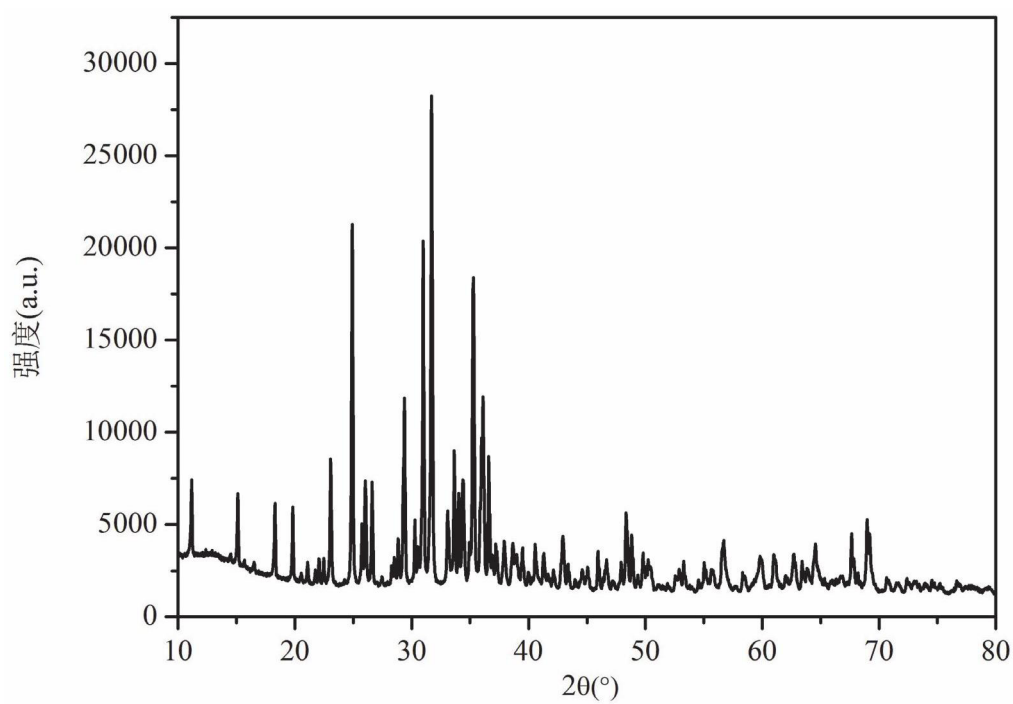


图 1

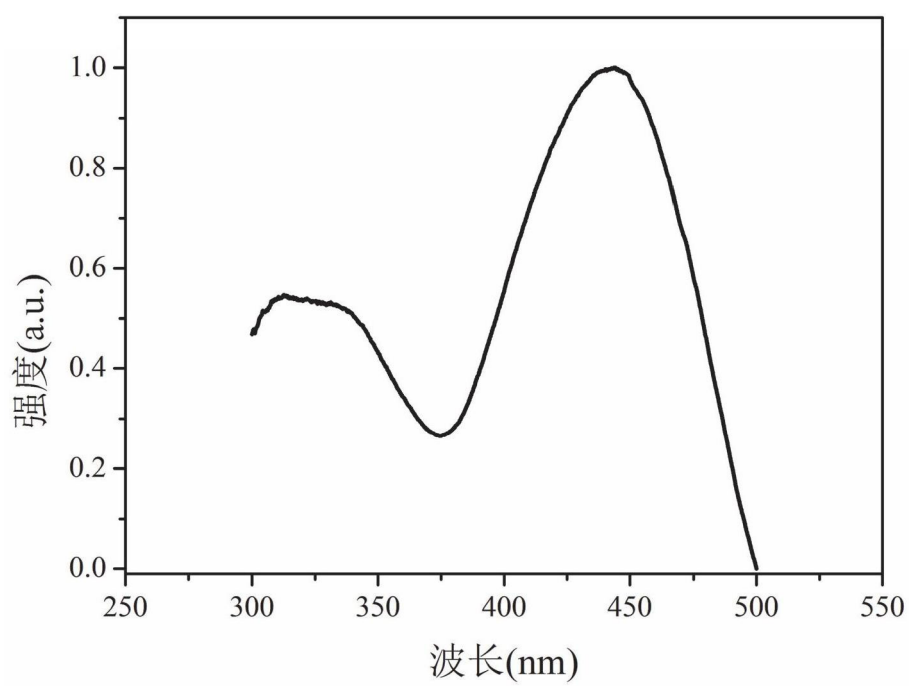


图 2

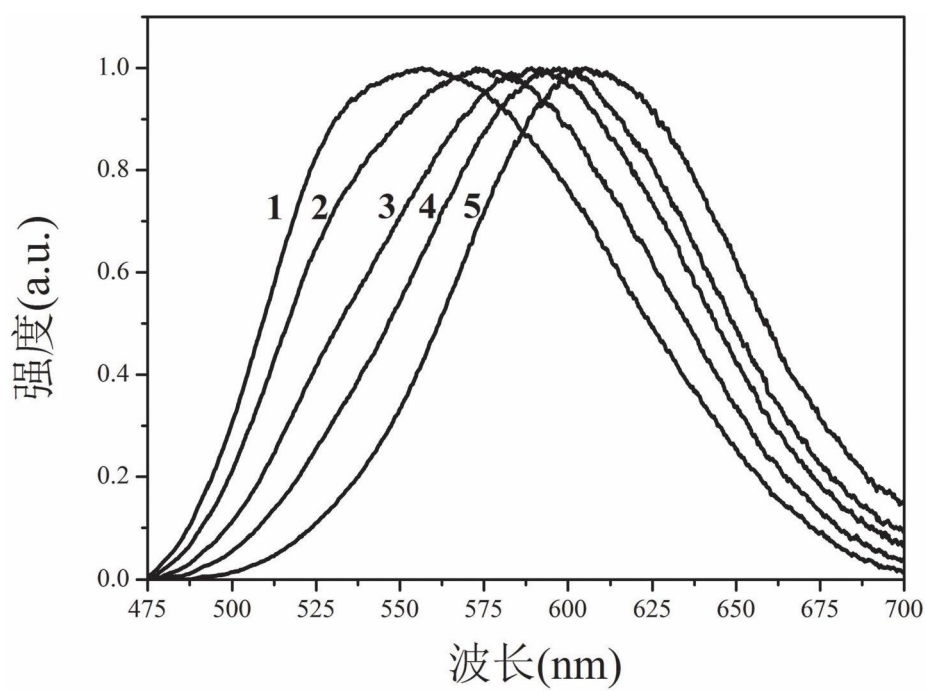


图 3

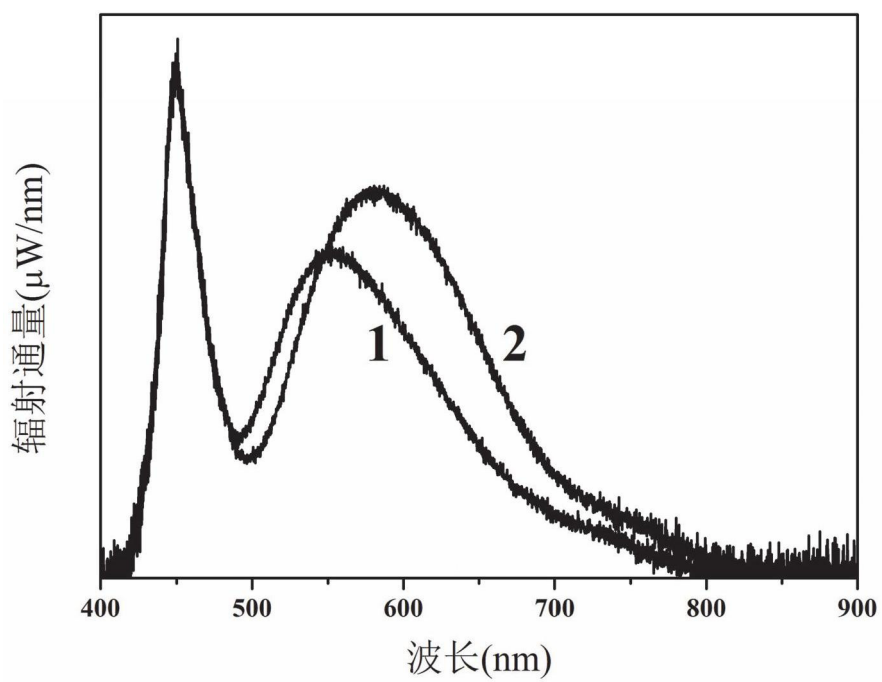


图 4