



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102250614 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 23

(21) 申请号 201110129814. 1

(22) 申请日 2011. 05. 19

(71) 申请人 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

(72) 发明人 张家骅 郝振东 张霞

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

C09K 11/71 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页

(54) 发明名称

一种高亮度机械发光材料及其制备方法

(57) 摘要

一种高亮度机械发光材料及其制备方法, 涉及一种可在摩擦力、压力或冲击力等机械力作用下发出明亮黄橙光的机械发光材料及其制备方法。解决了现有铝酸盐体系机械发光材料体系单一和发光颜色单一的问题。材料通式为 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$, 其中 M 代表 Ca、Sr 中的一种或其组合, 或者 Ca、Sr 与 Mg 的任意组合, 或者 Ca、Sr 与 Ba 的任意组合; Ln 代表 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的一种或任意组合; $0.0001 \leq x \leq 0.20, 0.001 \leq y \leq 0.30, 0 < z \leq 0.20, 0 < w \leq 0.20$ 。该发光材料制备工艺简单, 成本低, 无污染。

1. 一种高亮度机械发光材料,其特征是,材料的通式是 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$, 其中 M 代表 Ca、Sr 中的一种或其组合,或者 Ca、Sr 与 Mg 的任意组合,或者 Ca、Sr 与 Ba 的任意组合;Ln 代表 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的一种或任意组合;所述 x 的取值范围为: $0.0001 \leq x \leq 0.20$, y 的取值范围为: $0.001 \leq y \leq 0.30$, z 的取值范围为: $0 < z \leq 0.20$, w 的取值范围为: $0 < w \leq 0.20$ 。

2. 基于权利要求 1 所述的一种高亮度机械发光材料的制备方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

(1) 以材料通式为 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$ 中元素的氧化物、卤化物、碳酸盐或磷酸氢盐为原料,按化学计量比称取,充分研细混匀并压片,获得混合物样品;所述 M 代表 Ca、Sr 中的一种或其组合,或者 Ca、Sr 与 Mg 的任意组合,或者 Ca、Sr 与 Ba 的任意组合;Ln 代表 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的一种或任意组合;x 的取值范围为: $0.0001 \leq x \leq 0.20$, y 的取值范围为: $0.001 \leq y \leq 0.30$, z 的取值范围为: $0 < z \leq 0.20$, w 的取值范围为: $0 < w \leq 0.20$;

(2) 将步骤 (1) 获得的混合物样品置入坩埚中,在还原气氛条件下,放入高温马弗炉中焙烧,获得烧结体;所述混合物样品的焙烧温度为 $1100-1300^\circ\text{C}$,焙烧时间为 1-8 小时;

(3) 将步骤 (2) 获得的烧结体处理后得到机械发光材料。

3. 根据权利要求 2 所述的一种高亮度机械发光材料的制备方法,其特征在于,步骤 (2) 所述的还原气氛为一氧化碳、氨气或氮氢混合气。

4. 根据权利要求 2 所述的一种高亮度机械发光材料的制备方法,其特征在于,步骤 (3) 所述的处理过程包括研磨,洗涤,干燥。

一种高亮度机械发光材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高亮度机械发光材料及其制备方法,具体涉及一种可在摩擦力、压力或冲击力等机械力作用下发出明亮黄橙光的机械发光材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 机械发光材料就是指可将机械能转化成光能的一类材料的统称。此类材料可应用于摩擦发光防伪油墨、感压发光体、压力探测传感器、超精密加工图像监测系统以及应力探伤和地震预警等领域。目前,机械发光材料主要包括无机和有机两大类,其中有机配合物材料虽然种类较多,但发光亮度、稳定性和实用性都较差。无机发光材料的发光亮度较高,具有重要的实用价值,但种类非常单一,研究较多的是发射绿光的碱土铝酸盐及其衍生物,然而,碱土铝酸盐易潮解的化学性能严重影响了其应用特性。同时,非绿光发射的摩擦发光材料一直未见报道。因此,寻找新型的、发光颜色丰富的、非铝酸盐体系摩擦发光材料是目前该领域的研究重点。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决现有铝酸盐体系机械发光材料体系单一和发光颜色单一的问题,提供一种高亮度机械发光材料及其制备方法。

[0004] 一种高亮度机械发光材料,其特征是,材料的通式是 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$, 其中 M 代表 Ca、Sr 中的一种或其组合,或者 Ca、Sr 与 Mg 的任意组合,或者 Ca、Sr 与 Ba 的任意组合;Ln 代表 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的一种或任意组合;所述 x 的取值范围为: $0.0001 \leq x \leq 0.20$, y 的取值范围为: $0.001 \leq y \leq 0.30$, z 的取值范围为: $0 < z \leq 0.20$, w 的取值范围为: $0 < w \leq 0.20$ 。

[0005] 一种高亮度机械发光材料的制备方法,该方法由以下步骤实现:

[0006] (1) 以材料通式为 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$ 中元素的氧化物、卤化物、碳酸盐或磷酸氢盐为原料,按化学计量比称取,充分研细混匀并压片,获得混合物样品;所述 M 代表 Ca、Sr 中的一种或其组合,或者 Ca、Sr 与 Mg 的任意组合,或者 Ca、Sr 与 Ba 的任意组合;Ln 代表 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的一种或任意组合;x 的取值范围为: $0.0001 \leq x \leq 0.20$, y 的取值范围为: $0.001 \leq y \leq 0.30$, z 的取值范围为: $0 < z \leq 0.20$, w 的取值范围为: $0 < w \leq 0.20$;

[0007] (2) 将步骤(1)获得的混合物样品置入坩埚中,在还原气氛条件下,放入高温马弗炉中焙烧,获得烧结体;所述混合物样品的焙烧温度为 $1100-1300^\circ\text{C}$,焙烧时间为 1-8 小时;

[0008] (3) 将步骤(2)获得的烧结体处理后得到机械发光材料。

[0009] 所述的还原气氛为一氧化碳、氨气或氮氢混合气。

[0010] 所述的后处理过程包括研磨,洗涤,干燥。

[0011] 本发明的有益效果:本发明所述的一种高亮度机械发光材料可在摩擦力、压力或

冲击力等机械力作用下发出明亮的黄橙色光,这种材料的发明弥补了非绿光摩擦发光材料的空白,且其具有非常稳定的物理化学特性,制备方法简单,成本低,无污染。

具体实施方式

[0012] 一种高亮度机械发光材料,材料的通式是 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$, 其中 M 代表 Ca、Sr 中的一种或其组合,或者 Ca、Sr 与 Mg 的任意组合,或者 Ca、Sr 与 Ba 的任意组合; Ln 代表 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的一种或任意组合;所述 x 的取值范围为: $0.0001 \leq x \leq 0.20$, y 的取值范围为: $0.001 \leq y \leq 0.30$, z 的取值范围为: $0 < z \leq 0.20$, w 的取值范围为: $0 < w \leq 0.20$ 。

[0013] 本实施方式所述的一种高亮度机械发光材料可在摩擦力、压力或冲击力等机械力作用下发出明亮的黄橙光。

[0014] 本实施方式所述的一种高亮度机械发光材料可根据合成条件的不同,实现发光颜色在黄光和橙光的可调谐。

[0015] 一种高亮度机械发光材料的制备方法,该方法由以下步骤实现:

[0016] (1) 以材料通式为 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$ 中元素的氧化物、卤化物、碳酸盐或磷酸氢盐为原料,按化学计量比称取,充分研细混匀并压片,获得混合物样品;所述 M 代表 Ca、Sr 中的一种或其组合,或者 Ca、Sr 与 Mg 的任意组合,或者 Ca、Sr 与 Ba 的任意组合;Ln 代表 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的一种或任意组合;x 的取值范围为: $0.0001 \leq x \leq 0.20$, y 的取值范围为: $0.001 \leq y \leq 0.30$, z 的取值范围为: $0 < z \leq 0.20$, w 的取值范围为: $0 < w \leq 0.20$;

[0017] (2) 将步骤 (1) 获得的混合物样品置入坩埚中,在还原气氛条件下,放入高温马弗炉中焙烧,获得烧结体;所述混合物样品的焙烧温度为 $1100-1300^\circ\text{C}$,焙烧时间为 1-8 小时;

[0018] (3) 将步骤 (2) 获得的烧结体处理后得到机械发光材料。

[0019] 本实施方式所述的坩埚为高纯刚玉坩埚、铂坩埚、铅坩埚或氮化硼坩埚。

[0020] 本实施方式所述的还原气氛为一氧化碳 (CO)、氨气 (NH_3) 或氮氢混合气 (H_2-N_2)。

[0021] 本实施方式所述的后处理过程包括研磨,洗涤,干燥。

[0022] 本实施方式所述的温度中的最佳温度是由通式中不同元素的掺杂量决定的。

[0023] 本实施方式所述的时间中的最佳时间是由通式中不同元素的掺杂量决定的。

[0024] 下面,将通过实施例更详细的说明本发明,但本发明并不限于这些实施例。

[0025] 实施例 1

[0026] 一种高亮度机械发光材料,其通式是 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$, 其中当所述化学通式中 $M = \text{Ca}$, $Ln = \text{La}$, $x = 0.001$, $y = 0.001$, $z = 0.001$, $w = 0.20$, 制备分子式为 $\text{Ca}_{1.797}\text{Zn}_{0.20}\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}_{0.001}, \text{Mn}_{0.001}, \text{La}_{0.001}$ 的机械发光材料。

[0027] 按化学计量比称取 2.4440g CaHPO_4 , 0.2680g $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 0.0035g Eu_2O_3 , 0.0012g MnCO_3 , 0.0035g La_2O_3 , 0.1628g ZnO , 将称取的原料充分研细混匀后,压片,置入高纯刚玉坩埚,在一氧化碳还原气氛条件下,放入高温马弗炉中焙烧,在 1150°C 焙烧 4 小时,冷却、研磨、洗涤后即得到黄光机械发光材料 $\text{Ca}_{1.797}\text{Zn}_{0.20}\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}_{0.001}, \text{Mn}_{0.001}, \text{La}_{0.001}$ 。

[0028] 实施例 2

[0029] 一种高亮度机械发光材料,其通式是 $M_{2-x-y-z-w}Zn_wP_2O_7:Eu_x, Mn_y, Ln_z$, 其中当所述化学通式中 $M = Ca$, $Ln = Ce$, $x = 0.005$, $y = 0.008$, $z = 0.005$, $w = 0.18$, 制备分子式为 $Ca_{1.802}Zn_{0.18}P_2O_7:Eu_{0.005}, Mn_{0.008}, Ce_{0.005}$ 的机械发光材料。

[0030] 按化学计量比称取 2.4507g $CaHPO_4$, 0.2614g $(NH_4)_2HPO_4$, 0.0176g Eu_2O_3 , 0.0092g $MnCO_3$, 0.0086g CeO_2 , 0.1465g ZnO , 将称取的原料充分研细混匀后, 压片, 置入铂坩埚, 在氮气还原气氛条件下, 放入高温马弗炉中焙烧, 在 1150℃ 焙烧 4 小时, 冷却、研磨、洗涤后即得到黄光机械发光材料 $Ca_{1.802}Zn_{0.18}P_2O_7:Eu_{0.005}, Mn_{0.008}, Ce_{0.005}$ 。

[0031] 实施例 3 至实施例 110: 制备步骤与以上实施例皆相同, 其合成温度、焙烧时间及在摩擦力或冲击力下发光的颜色都列于表中。

[0032] 附表 1 实施例 1-110 的化学式、合成温度、焙烧时间和发光颜色。

[0033]

实施例	化学式	x	y	z	w	合成温度/ 时间	发 光 颜 色
1	$Ca_{1.797}Zn_{0.20}P_2O_7: Eu_{0.001}, Mn_{0.001}, La_{0.001}$	0.001	0.001	0.001	0.20	1150℃/4h	黄
2	$Ca_{1.802}Zn_{0.18}P_2O_7: Eu_{0.005}, Mn_{0.008}, Ce_{0.005}$	0.005	0.008	0.005	0.18	1150℃/4h	黄
3	$Ca_{1.81}Zn_{0.16}P_2O_7: Eu_{0.01}, Mn_{0.01}, Pr_{0.01}$	0.01	0.01	0.01	0.16	1150℃/4h	黄
4	$Ca_{1.80}Zn_{0.14}P_2O_7: Eu_{0.02}, Mn_{0.02}, Nd_{0.02}$	0.02	0.02	0.02	0.14	1150℃/3h	黄
5	$Ca_{1.78}Zn_{0.12}P_2O_7: Eu_{0.03}, Mn_{0.04}, Sm_{0.03}$	0.03	0.04	0.03	0.12	1150℃/3h	黄
6	$Ca_{1.76}Zn_{0.10}P_2O_7: Eu_{0.04}, Mn_{0.06}, Gd_{0.04}$	0.04	0.06	0.04	0.10	1150℃/3h	黄
7	$Ca_{1.70}Zn_{0.08}P_2O_7: Eu_{0.06}, Mn_{0.10}, Tb_{0.06}$	0.06	0.10	0.06	0.08	1150℃/3h	黄
8	$Ca_{1.68}Zn_{0.06}P_2O_7: Eu_{0.07}, Mn_{0.12}, Dy_{0.07}$	0.07	0.12	0.07	0.06	1150℃/3h	黄
9	$Ca_{1.62}Zn_{0.04}P_2O_7: Eu_{0.10}, Mn_{0.14}, Ho_{0.10}$	0.10	0.14	0.10	0.04	1150℃/2h	黄
10	$Ca_{1.58}Zn_{0.02}P_2O_7: Eu_{0.12}, Mn_{0.16}, Er_{0.12}$	0.12	0.16	0.12	0.02	1150℃/2h	黄
11	$Ca_{1.51}Zn_{0.01}P_2O_7: Eu_{0.14}, Mn_{0.20}, Tm_{0.14}$	0.14	0.20	0.14	0.01	1150℃/2h	黄
12	$Ca_{1.395}Zn_{0.005}P_2O_7: Eu_{0.18}, Mn_{0.24}, Yb_{0.18}$	0.18	0.24	0.18	0.005	1150℃/2h	黄
13	$Ca_{1.299}Zn_{0.001}P_2O_7: Eu_{0.20}, Mn_{0.30}, Lu_{0.20}$	0.20	0.30	0.20	0.001	1150℃/1h	黄
14	$Ca_{1.797}Zn_{0.20}P_2O_7: Eu_{0.001}, Mn_{0.001}, La_{0.001}$	0.001	0.001	0.001	0.20	1250℃/1h	橙
15	$Ca_{1.802}Zn_{0.18}P_2O_7: Eu_{0.005}, Mn_{0.008}, Ce_{0.005}$	0.005	0.008	0.005	0.18	1250℃/1h	橙
16	$Ca_{1.81}Zn_{0.16}P_2O_7: Eu_{0.01}, Mn_{0.01}, Pr_{0.01}$	0.01	0.01	0.01	0.16	1250℃/4h	橙
17	$Ca_{1.80}Zn_{0.14}P_2O_7: Eu_{0.02}, Mn_{0.02}, Nd_{0.02}$	0.02	0.02	0.02	0.14	1250℃/4h	橙
18	$Ca_{1.78}Zn_{0.12}P_2O_7: Eu_{0.03}, Mn_{0.04}, Sm_{0.03}$	0.03	0.04	0.03	0.12	1250℃/4h	橙
19	$Ca_{1.76}Zn_{0.10}P_2O_7: Eu_{0.04}, Mn_{0.06}, Gd_{0.04}$	0.04	0.06	0.04	0.10	1250℃/5h	橙
20	$Ca_{1.70}Zn_{0.08}P_2O_7: Eu_{0.06}, Mn_{0.10}, Tb_{0.06}$	0.06	0.10	0.06	0.08	1250℃/4h	橙
21	$Ca_{1.68}Zn_{0.06}P_2O_7: Eu_{0.07}, Mn_{0.12}, Dy_{0.07}$	0.07	0.12	0.07	0.06	1250℃/4h	橙
22	$Ca_{1.62}Zn_{0.04}P_2O_7: Eu_{0.10}, Mn_{0.14}, Ho_{0.10}$	0.10	0.14	0.10	0.04	1250℃/4h	橙
23	$Ca_{1.58}Zn_{0.02}P_2O_7: Eu_{0.12}, Mn_{0.16}, Er_{0.12}$	0.12	0.16	0.12	0.02	1250℃/7h	橙
24	$Ca_{1.51}Zn_{0.01}P_2O_7: Eu_{0.14}, Mn_{0.20}, Tm_{0.14}$	0.14	0.20	0.14	0.01	1250℃/4h	黄
25	$Ca_{1.395}Zn_{0.005}P_2O_7: Eu_{0.18}, Mn_{0.24}, Yb_{0.18}$	0.18	0.24	0.18	0.005	1250℃/6h	黄
26	$Sr_{1.299}Zn_{0.001}P_2O_7: Eu_{0.20}, Mn_{0.30}, Lu_{0.20}$	0.20	0.30	0.20	0.001	1250℃/3h	黄
27	$Sr_{1.797}Zn_{0.20}P_2O_7: Eu_{0.001}, Mn_{0.001}, La_{0.001}$	0.001	0.001	0.001	0.20	1150℃/2h	黄
28	$Sr_{1.802}Zn_{0.18}P_2O_7: Eu_{0.005}, Mn_{0.008}, Ce_{0.005}$	0.005	0.008	0.005	0.18	1150℃/2h	黄
29	$Sr_{1.81}Zn_{0.16}P_2O_7: Eu_{0.01}, Mn_{0.01}, Pr_{0.01}$	0.01	0.01	0.01	0.16	1150℃/1h	黄
30	$Sr_{1.80}Zn_{0.14}P_2O_7: Eu_{0.02}, Mn_{0.02}, Nd_{0.02}$	0.02	0.02	0.02	0.14	1150℃/2h	黄
31	$Sr_{1.78}Zn_{0.12}P_2O_7: Eu_{0.03}, Mn_{0.04}, Sm_{0.03}$	0.03	0.04	0.03	0.12	1150℃/2h	黄

[0034]

32	$\text{Sr}_{1.76}\text{Zn}_{0.10}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.04} , Mn _{0.06} , Gd _{0.04}	0.04	0.06	0.04	0.10	1150°C/2h	黄
33	$\text{Sr}_{1.70}\text{Zn}_{0.08}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.06} , Mn _{0.10} , Tb _{0.05}	0.06	0.10	0.06	0.08	1150°C/2h	黄
34	$\text{Sr}_{1.68}\text{Zn}_{0.06}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.07} , Mn _{0.12} , Dy _{0.07}	0.07	0.12	0.07	0.06	1150°C/2h	黄
35	$\text{Sr}_{1.62}\text{Zn}_{0.04}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.10} , Mn _{0.14} , Ho _{0.10}	0.10	0.14	0.10	0.04	1150°C/2h	黄
36	$\text{Sr}_{1.58}\text{Zn}_{0.02}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.12} , Mn _{0.16} , Er _{0.12}	0.12	0.16	0.12	0.02	1100°C/8h	黄
37	$\text{Sr}_{1.51}\text{Zn}_{0.01}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.14} , Mn _{0.20} , Tm _{0.14}	0.14	0.20	0.14	0.01	1150°C/2h	黄
38	$\text{Sr}_{1.395}\text{Zn}_{0.005}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.18} , Mn _{0.24} , Yb _{0.18}	0.18	0.24	0.18	0.005	1150°C/8h	黄
39	$\text{Sr}_{1.299}\text{Zn}_{0.001}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.20} , Mn _{0.30} , Lu _{0.20}	0.20	0.30	0.20	0.001	1150°C/2h	黄
40	$\text{Sr}_{1.797}\text{Zn}_{0.20}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.001} , Mn _{0.001} , La _{0.001}	0.001	0.001	0.001	0.20	1250°C/4h	橙
41	$\text{Sr}_{1.802}\text{Zn}_{0.18}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.005} , Mn _{0.008} , Ce _{0.005}	0.005	0.008	0.005	0.18	1250°C/4h	橙
42	$\text{Sr}_{1.81}\text{Zn}_{0.16}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.01} , Mn _{0.01} , Pr _{0.01}	0.01	0.01	0.01	0.16	1250°C/1h	橙
43	$\text{Sr}_{1.80}\text{Zn}_{0.14}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.02} , Mn _{0.02} , Nd _{0.02}	0.02	0.02	0.02	0.14	1250°C/1h	橙
44	$\text{Sr}_{1.78}\text{Zn}_{0.12}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.03} , Mn _{0.04} , Sm _{0.03}	0.03	0.04	0.03	0.12	1250°C/4h	橙
45	$\text{Sr}_{1.76}\text{Zn}_{0.10}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.04} , Mn _{0.06} , Gd _{0.04}	0.04	0.06	0.04	0.10	1250°C/4h	橙
46	$\text{Sr}_{1.70}\text{Zn}_{0.08}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.06} , Mn _{0.10} , Tb _{0.06}	0.06	0.10	0.06	0.08	1250°C/4h	橙
47	$\text{Sr}_{1.68}\text{Zn}_{0.06}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.07} , Mn _{0.12} , Dy _{0.07}	0.07	0.12	0.07	0.06	1250°C/5h	橙
48	$\text{Sr}_{1.62}\text{Zn}_{0.04}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.10} , Mn _{0.14} , Ho _{0.10}	0.10	0.14	0.10	0.04	1250°C/4h	橙
49	$\text{Sr}_{1.58}\text{Zn}_{0.02}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.12} , Mn _{0.16} , Er _{0.12}	0.12	0.16	0.12	0.02	1250°C/2h	橙
50	$\text{Sr}_{1.51}\text{Zn}_{0.01}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.14} , Mn _{0.20} , Tm _{0.14}	0.14	0.20	0.14	0.01	1250°C/4h	黄
51	$\text{Sr}_{1.395}\text{Zn}_{0.005}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.18} , Mn _{0.24} , Yb _{0.18}	0.18	0.24	0.18	0.005	1250°C/2h	黄
52	$\text{Sr}_{1.299}\text{Zn}_{0.001}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.20} , Mn _{0.30} , Lu _{0.20}	0.20	0.30	0.20	0.001	1250°C/4h	黄
53	$\text{Sr}_{1.797}\text{Zn}_{0.20}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.001} , Mn _{0.001} , La _{0.001}	0.001	0.001	0.001	0.20	1150°C/2h	黄
54	$\text{Sr}_{1.802}\text{Zn}_{0.18}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.005} , Mn _{0.008} , Ce _{0.005}	0.005	0.008	0.005	0.18	1150°C/8h	黄
55	$\text{Sr}_{1.81}\text{Zn}_{0.16}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.01} , Mn _{0.01} , Pr _{0.01}	0.01	0.01	0.01	0.16	1150°C/2h	黄
56	$\text{Sr}_{1.80}\text{Zn}_{0.14}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.02} , Mn _{0.02} , Nd _{0.02}	0.02	0.02	0.02	0.14	1150°C/2h	黄
57	$\text{Sr}_{1.78}\text{Zn}_{0.12}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.03} , Mn _{0.04} , Sm _{0.03}	0.03	0.04	0.03	0.12	1100°C/2h	黄
58	$\text{Sr}_{1.76}\text{Zn}_{0.10}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.04} , Mn _{0.06} , Gd _{0.04}	0.04	0.06	0.04	0.10	1150°C/2h	黄
59	$\text{Sr}_{1.70}\text{Zn}_{0.08}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.06} , Mn _{0.10} , Tb _{0.06}	0.06	0.10	0.06	0.08	1150°C/3h	黄
60	$\text{Sr}_{1.68}\text{Zn}_{0.06}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.07} , Mn _{0.12} , Dy _{0.07}	0.07	0.12	0.07	0.06	1150°C/2h	黄
61	$\text{Sr}_{1.62}\text{Zn}_{0.04}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.10} , Mn _{0.14} , Ho _{0.10}	0.10	0.14	0.10	0.04	1150°C/3h	黄
62	$\text{Sr}_{1.58}\text{Zn}_{0.02}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.12} , Mn _{0.16} , Er _{0.12}	0.12	0.16	0.12	0.02	1150°C/2h	黄
63	$\text{Sr}_{1.51}\text{Zn}_{0.01}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.14} , Mn _{0.20} , Tm _{0.14}	0.14	0.20	0.14	0.01	1150°C/2h	黄
64	$\text{Sr}_{1.395}\text{Zn}_{0.005}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.18} , Mn _{0.24} , Yb _{0.18}	0.18	0.24	0.18	0.005	1150°C/2h	黄
65	$\text{Sr}_{1.299}\text{Zn}_{0.001}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.20} , Mn _{0.30} , Lu _{0.20}	0.20	0.30	0.20	0.001	1150°C/2h	黄
66	$\text{Sr}_{1.797}\text{Zn}_{0.20}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.001} , Mn _{0.001} , La _{0.001}	0.001	0.001	0.001	0.20	1250°C/3h	橙
67	$\text{Sr}_{1.802}\text{Zn}_{0.18}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.005} , Mn _{0.008} , Ce _{0.005}	0.005	0.008	0.005	0.18	1250°C/4h	橙
68	$\text{Sr}_{1.81}\text{Zn}_{0.16}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.01} , Mn _{0.01} , Pr _{0.01}	0.01	0.01	0.01	0.16	1250°C/4h	橙
69	$\text{Sr}_{1.80}\text{Zn}_{0.14}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.02} , Mn _{0.02} , Nd _{0.02}	0.02	0.02	0.02	0.14	1250°C/3h	橙
70	$\text{Sr}_{1.78}\text{Zn}_{0.12}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.03} , Mn _{0.04} , Sm _{0.03}	0.03	0.04	0.03	0.12	1250°C/4h	橙
71	$\text{Sr}_{1.76}\text{Zn}_{0.10}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.04} , Mn _{0.06} , Gd _{0.04}	0.04	0.06	0.04	0.10	1250°C/4h	橙
72	$\text{Sr}_{1.70}\text{Zn}_{0.08}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.06} , Mn _{0.10} , Tb _{0.06}	0.06	0.10	0.06	0.08	1250°C/4h	橙
73	$\text{Sr}_{1.68}\text{Zn}_{0.06}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.07} , Mn _{0.12} , Dy _{0.07}	0.07	0.12	0.07	0.06	1250°C/1h	橙
74	$\text{Sr}_{1.62}\text{Zn}_{0.04}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.10} , Mn _{0.14} , Ho _{0.10}	0.10	0.14	0.10	0.04	1250°C/4h	橙
75	$\text{Sr}_{1.58}\text{Zn}_{0.02}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.12} , Mn _{0.16} , Er _{0.12}	0.12	0.16	0.12	0.02	1250°C/4h	橙
76	$\text{Sr}_{1.51}\text{Zn}_{0.01}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.14} , Mn _{0.20} , Tm _{0.14}	0.14	0.20	0.14	0.01	1250°C/4h	黄
77	$\text{Sr}_{1.395}\text{Zn}_{0.005}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.18} , Mn _{0.24} , Yb _{0.18}	0.18	0.24	0.18	0.005	1250°C/4h	黄
78	$\text{Sr}_{1.299}\text{Zn}_{0.001}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.20} , Mn _{0.30} , Lu _{0.20}	0.20	0.30	0.20	0.001	1250°C/1h	黄
79	$(\text{Ca}, \text{Sr})_{1.797}\text{Zn}_{0.20}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.001} , Mn _{0.001} , La _{0.001}	0.001	0.001	0.001	0.20	1300°C/2h	橙
80	$(\text{Ca}, \text{Sr})_{1.802}\text{Zn}_{0.18}\text{P}_2\text{O}_7$	Eu _{0.005} , Mn _{0.008} , Ce _{0.005}	0.005	0.008	0.005	0.18	1300°C/2h	橙

[0035]

81	(Ca,Sr) _{1.81} Zn _{0.16} P ₂ O ₇ : Eu _{0.01} , Mn _{0.01} , Pr _{0.01}	0.01	0.01	0.01	0.16	1300°C/2h	橙
82	(Ca,Sr) _{1.80} Zn _{0.14} P ₂ O ₇ : Eu _{0.02} , Mn _{0.02} , Nd _{0.02}	0.02	0.02	0.02	0.14	1150°C/2h	黄
83	(Ca,Mg) _{1.78} Zn _{0.12} P ₂ O ₇ : Eu _{0.03} , Mn _{0.04} , Sm _{0.03}	0.03	0.04	0.03	0.12	1150°C/2h	黄
84	(Ca,Sr) _{1.76} Zn _{0.10} P ₂ O ₇ : Eu _{0.04} , Mn _{0.06} , Gd _{0.04}	0.04	0.06	0.04	0.10	1150°C/2h	黄
85	(Ca,Sr) _{1.70} Zn _{0.08} P ₂ O ₇ : Eu _{0.06} , Mn _{0.10} , Tb _{0.06}	0.06	0.10	0.06	0.08	1150°C/2h	黄
86	(Ca,Mg) _{1.68} Zn _{0.06} P ₂ O ₇ : Eu _{0.07} , Mn _{0.12} , Dy _{0.07}	0.07	0.12	0.07	0.06	1150°C/2h	黄
87	(Ca,Sr) _{1.62} Zn _{0.04} P ₂ O ₇ : Eu _{0.10} , Mn _{0.14} , Ho _{0.10}	0.10	0.14	0.10	0.04	1150°C/2h	黄
88	(Ca,Sr) _{1.58} Zn _{0.02} P ₂ O ₇ : Eu _{0.12} , Mn _{0.16} , Er _{0.12}	0.12	0.16	0.12	0.02	1150°C/2h	黄
89	(Ca,Sr) _{1.51} Zn _{0.01} P ₂ O ₇ : Eu _{0.14} , Mn _{0.20} , Tm _{0.14}	0.14	0.20	0.14	0.01	1100°C/2h	黄
90	(Ca,Mg) _{1.395} Zn _{0.005} P ₂ O ₇ : Eu _{0.18} , Mn _{0.24} , Yb _{0.18}	0.18	0.24	0.18	0.005	1100°C/3h	黄
91	(Ca,Sr) _{1.299} Zn _{0.001} P ₂ O ₇ : Eu _{0.20} , Mn _{0.30} , Lu _{0.20}	0.20	0.30	0.20	0.001	1100°C/4h	黄
92	(Sr,Ba) _{1.797} Zn _{0.20} P ₂ O ₇ : Eu _{0.001} , Mn _{0.001} , La _{0.001}	0.001	0.001	0.001	0.20	1250°C/4h	橙
93	(Sr,Ba) _{1.802} Zn _{0.18} P ₂ O ₇ : Eu _{0.005} , Mn _{0.008} , Ce _{0.005}	0.005	0.008	0.005	0.18	1250°C/2h	橙
94	(Sr,Ba) _{1.81} Zn _{0.16} P ₂ O ₇ : Eu _{0.01} , Mn _{0.01} , Pr _{0.01}	0.01	0.01	0.01	0.16	1250°C/4h	橙
95	(Sr,Mg) _{1.80} Zn _{0.14} P ₂ O ₇ : Eu _{0.02} , Mn _{0.02} , Nd _{0.02}	0.02	0.02	0.02	0.14	1250°C/3h	橙
96	(Sr,Ba) _{1.78} Zn _{0.12} P ₂ O ₇ : Eu _{0.03} , Mn _{0.04} , Sm _{0.03}	0.03	0.04	0.03	0.12	1250°C/4h	橙
97	(Sr,Ba) _{1.76} Zn _{0.10} P ₂ O ₇ : Eu _{0.04} , Mn _{0.06} , Gd _{0.04}	0.04	0.06	0.04	0.10	1250°C/4h	橙
98	(Sr,Mg) _{1.70} Zn _{0.08} P ₂ O ₇ : Eu _{0.06} , Mn _{0.10} , Tb _{0.06}	0.06	0.10	0.06	0.08	1250°C/4h	橙
99	(Sr,Ba) _{1.68} Zn _{0.06} P ₂ O ₇ : Eu _{0.07} , Mn _{0.12} , Dy _{0.07}	0.07	0.12	0.07	0.06	1250°C/4h	橙
100	(Ca,Ba) _{1.62} Zn _{0.04} P ₂ O ₇ : Eu _{0.10} , Mn _{0.14} , Ho _{0.10}	0.10	0.14	0.10	0.04	1250°C/1h	橙
101	(Ca,Ba) _{1.58} Zn _{0.02} P ₂ O ₇ : Eu _{0.12} , Mn _{0.16} , Er _{0.12}	0.12	0.16	0.12	0.02	1250°C/4h	橙
102	(Ca,Ba) _{1.51} Zn _{0.01} P ₂ O ₇ : Eu _{0.14} , Mn _{0.20} , Tm _{0.14}	0.14	0.20	0.14	0.01	1250°C/4h	黄
103	(Ca,Ba) _{1.395} Zn _{0.005} P ₂ O ₇ : Eu _{0.18} , Mn _{0.24} , Yb _{0.18}	0.18	0.24	0.18	0.005	1250°C/1h	黄
104	(Ca,Ba) _{1.299} Zn _{0.001} P ₂ O ₇ : Eu _{0.20} , Mn _{0.30} , Lu _{0.20}	0.20	0.30	0.20	0.001	1250°C/4h	黄
105	(Ca,Sr,Ba) _{1.81} Zn _{0.16} P ₂ O ₇ : Eu _{0.01} , Mn _{0.01} , Pr _{0.01}	0.01	0.01	0.01	0.16	1250°C/1h	橙
106	(Ca, Sr,Ba) _{1.80} Zn _{0.14} P ₂ O ₇ : Eu _{0.02} , Mn _{0.02} , Nd _{0.02}	0.02	0.02	0.02	0.14	1250°C/4h	橙
107	(Ca, Sr,Ba) _{1.78} Zn _{0.12} P ₂ O ₇ : Eu _{0.03} , Mn _{0.04} , Sm _{0.03}	0.03	0.04	0.03	0.12	1250°C/4h	橙
108	(Ca, Sr,Mg) _{1.76} Zn _{0.10} P ₂ O ₇ : Eu _{0.04} , Mn _{0.06} , Gd _{0.04}	0.04	0.06	0.04	0.10	1200°C/2h	橙

[0036]

109	$(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Mg})_{1.70}\text{Zn}_{0.08}\text{P}_2\text{O}_7: \text{Eu}_{0.06}, \text{Mn}_{0.10}, \text{Tb}_{0.06}$	0.06	0.10	0.06	0.08	1200°C/2h	橙
110	$(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Mg})_{1.68}\text{Zn}_{0.06}\text{P}_2\text{O}_7: \text{Eu}_{0.07}, \text{Mn}_{0.12}, \text{Dy}_{0.07}$	0.07	0.12	0.07	0.06	1200°C/4h	橙

[0037] 由以上实施例可以看出本发明的荧光材料制备方法简单,无污染,成本低,化学性能稳定。该材料将成为一种非常具有实用价值的发射黄橙光的高亮度非铝基机械发光材料。