



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101793969 A

(43) 申请公布日 2010.08.04

(21) 申请号 201010142673.2

(22) 申请日 2010.04.09

(71) 申请人 中国科学院长春应用化学研究所  
地址 130000 吉林省长春市人民大街 5625 号

(72) 发明人 李成宇 姜丽宏 庞然 苏锋

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227  
代理人 魏晓波 逯长明

(51) Int. Cl.

G01T 1/11 (2006.01)

C09K 11/63 (2006.01)

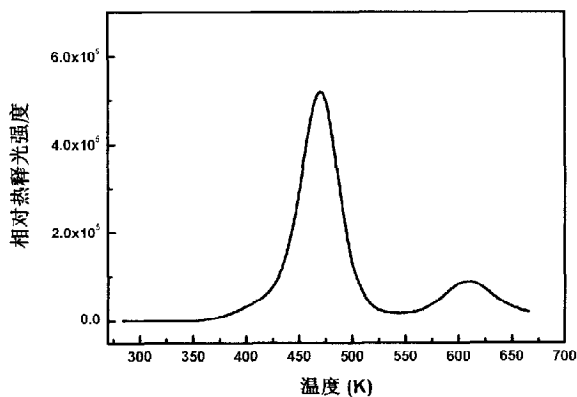
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 在制备热释光剂量计中的应用

(57) 摘要

本发明提供了一种 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 在制备热释光剂量计中的应用,其中, LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 中 Ce<sup>3+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 的摩尔数百分比为 0.1% -10%。与现有技术相比,本发明将 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 用作热释光剂量计中的热释发光材料,其经辐照后得到的热释发光曲线由三个发光峰组成,其中低温区的发光峰肉眼基本不可见,温度为 610K 时的发光峰发光强度较低,而温度为 469K 时的发光峰为独立发光峰,峰型较好,峰温适当,且发光强度较高,有利于辐射剂量信号的测试。同时, LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 用作热释光剂量计中的热释发光材料时,对射线的剂量响应较好,呈现出较好的线性,具有较高的灵敏度。



1.  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  在制备热释光剂量计中的应用,其中,  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  中  $\text{Ce}^{3+}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  的摩尔数百分比为 0.1% -10%。

2. 根据权利要求 1 所述的应用,其特征在于,所述  $\text{Ce}^{3+}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  的摩尔数百分比为 0.25% -8%。

3. 根据权利要求 2 所述的应用,其特征在于,所述  $\text{Ce}^{3+}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  的摩尔数百分比为 0.5% -2%。

4. 一种应用于热释光剂量计的  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  的制备方法,其特征在于,包括:

将碳酸钙、碳酸锂、硼酸或氧化硼和氧化铈研磨混合后,在空气气氛中预烧 2-5 小时,所述氧化铈和所述碳酸钙的摩尔数百分比为 0.1% -10% ;

将预烧后的混合物再次研磨后,在还原气体气氛中烧结 8-20 小时,得到  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的制备方法,其特征在于,所述在空气气氛中预烧的温度为 300°C -500°C。

6. 根据权利要求 4 所述的制备方法,其特征在于,所述在还原气体气氛中烧结的温度为 700°C -1000°C。

7. 根据权利要求 4 或 6 所述的制备方法,其特征在于,所述还原气体为  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  或  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  的混合气。

## LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 在制备热释光剂量计中的应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及热释光探测器技术领域,尤其涉及 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 在制备热释光剂量计中的应用。

### 背景技术

[0002] 材料的热释光是指材料在吸收辐射能之后的热致发光,根据其发光量可以测知一定区域内的辐射剂量。目前,由热释光材料制备的热释光剂量计已广泛应用于辐射防护、辐射治疗、环境监测、地质年代测量、考古、航天等诸多领域。

[0003] 现有技术已经公开了多种热释光剂量计材料,如 LiF、CaSO<sub>4</sub>、CaF<sub>2</sub>、LiB<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 等。其中, LiF 由于具有抗腐蚀性、抗磨损性、难溶于水以及在常温下衰退率低等特点而成为最常用的热释光剂量计材料。Cameron 及其同事研制出一种主要由镁和钛激活的 LiF 材料 TLD100:LiF:Mg, Ti, 作为标准的热释光发光体获得广泛应用 (A. G. Kozakiewicz, A. T. Davidson, D. J. Wilkinsin, The effect of pre-irradiation annealing on TL glow curves of LiF(Mg), Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B, 2000, 166, 577-580)。但是, LiF:Mg, Ti 材料的热释光灵敏度较低。

[0004] 现有技术还公开了其他离子掺杂的 LiF 材料,如 LiF:Mg, Cu, P; LiF:Mg, Cu, Na, Si 等 (K. Tang, Dependence of thermoluminescence in LiF:Mg, Cu, Na, Si phosphor on Na dopant concentration and thermal treatment, Radiat. Meas., 2003, 37, 133-144. A. J. J. Bos, K. Meijvogel, J. Th. M. de Haas, P. Bilski, P. Olko, Thermoluminescence properties of LiF(Mg, Cu, P) with different copper concentrations, Radiat. Protec. Dosim., 1996, 65, 199-202)。这些材料在最大加热温度不超过 270°C 时具有较高的热释光灵敏度,但是这些材料的热释发光峰峰形复杂,存在多个发光峰,不利于剂量信号的测试。同时,此类材料在高温发光后的残留信号较高,降低了测试结果的准确性。

[0005] 现有技术公开了铈离子激活的 LiCaBO<sub>3</sub>, 即 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 作为发光材料应用于白光 LED, 但是目前并没有将 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 应用于热释光剂量计的报道。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明所要解决的技术问题在于提供 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 在制备热释光剂量计中的应用,以 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 作为热释光剂量计中的热释发光材料得到的热释发光峰峰形简单、峰温适当,有利于辐射剂量信号的测试。

[0007] 本发明提供了一种 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 在制备热释光剂量计中的应用,其中, LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 中 Ce<sup>3+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 的摩尔数百分比为 0.1% -10%。

[0008] 优选的,所述 Ce<sup>3+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 的摩尔数百分比为 0.25% -8%。

[0009] 优选的,所述 Ce<sup>3+</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 的摩尔数百分比为 0.5% -2%。

[0010] 本发明还提供了一种应用于热释光剂量计的 LiCaBO<sub>3</sub>:Ce<sup>3+</sup> 的制备方法,包括:

[0011] 将碳酸钙、碳酸锂、硼酸或氧化硼和氧化铈研磨混合后,在空气气氛中预烧 2-5 小

时,所述氧化铈和所述碳酸钙的摩尔数百分比为 0.1% -10% ;

[0012] 将预烧后的混合物再次研磨后,在还原气体气氛中烧结 8-20 小时,得到  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 。

[0013] 优选的,所述在空气气氛中预烧的温度为 300℃ -500℃。

[0014] 优选的,所述在还原气体气氛中烧结的温度为 700℃ -1000℃。

[0015] 优选的,所述还原气体为  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  或  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  的混合气。

[0016] 与现有技术相比,本发明将  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  用作热释光剂量计中的热释发光材料,其经辐照后得到的热释发光曲线由三个发光峰组成,其中低温区的发光峰肉眼基本不可见,温度为 610K 时的发光峰发光强度较低,而温度为 469K 时的发光峰为独立发光峰,峰型较好,峰温适当,且发光强度较高,有利于辐射剂量信号的测试。同时, $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  用作热释光剂量计中的热释发光材料时,对射线的剂量响应较好,呈现出较好的线性,具有较高的灵敏度。此外, $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  材料的制备工艺简单,原料便宜易得,生产成本低廉。

#### 附图说明

[0017] 图 1 为本发明实施例提供的  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  材料被  $\gamma$  射线辐照后的热释光发光曲线图;

[0018] 图 2 为本发明实施例提供的  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  材料对  $\gamma$  射线的剂量响应曲线与  $\text{LiF}:\text{Mg}$ ,  $\text{Ti}$  材料对  $\gamma$  射线的剂量响应曲线对比图。

#### 具体实施方式

[0019] 本发明提供了一种  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  在制备热释光剂量计中的应用,其中,  $\text{Ce}^{3+}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  的摩尔数百分比为 0.1% -10%,优选为 0.25% -8%,更优选为 0.5% -1.5%。

[0020] 将  $\text{Ce}^{3+}$  作为激活剂掺杂在  $\text{LiCaBO}_3$  中得到的  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  吸收辐射后,在加热过程中逐渐将吸收的能量以光的形式释放出来,根据发光强度确定辐射剂量,从而进行环境中或人体内辐射剂量的检测。

[0021] 本发明对  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  的来源没有特殊限制,优选为按照以下步骤制备获得:

[0022] 将碳酸钙、碳酸锂、硼酸或氧化硼和氧化铈研磨混合后,在空气气氛中预烧 2-5 小时,所述氧化铈和所述碳酸钙的摩尔数百分比为 0.1% -10% ;

[0023] 将预烧后的混合物再次研磨后,在还原气体气氛中烧结 8-20 小时,得到  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 。

[0024] 按照本发明,将碳酸钙、碳酸锂、硼酸或氧化硼和氧化铈研细混合后进行预烧。所述碳酸钙优选为分析纯碳酸钙,所述碳酸锂优选为分析纯碳酸锂,所述硼酸或氧化硼优选为分析纯硼酸或氧化硼,所述氧化铈优选为纯度为 99.99% 以上。所述氧化铈和所述碳酸钙的摩尔数百分比为 0.1% -10%,优选为 0.25% -8%,更优选为 0.5% -1.5%。

[0025] 在空气中机型预烧时的预烧温度优选为 300℃ -500℃,预烧的作用是除去原料中的杂质,使  $\text{Ce}^{3+}$  在  $\text{LiCaBO}_3$  中的分布更加均匀,同时消减最后得到的  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  材料在低温区的发光峰。

[0026] 将预烧后的混合物再次研磨后在还原气体气氛中烧结,使各原料发生反应,生成  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 。所述还原气体优选为  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  或  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  的混合气。所述烧结温度优选为

700℃ -1000℃。

[0027] 与现有技术相比,本发明将  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  用作热释光剂量计中的热释发光材料,其经辐照后得到的热释发光曲线由三个发光峰组成,其中低温区的发光峰肉眼基本不可见,温度为 610K 时的发光峰发光强度较低,而温度为 469K 时的发光峰为独立发光峰,峰型较好,峰温适当,且发光强度较高,有利于辐射剂量信号的测试。同时, $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  用作热释光剂量计中的热释发光材料时,对射线的剂量响应较好,呈现出较好的线性,具有较高的灵敏度。此外, $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  材料的制备工艺简单,原料便宜易得,生产成本低廉。

[0028] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明提供的  $\text{LiCaBO}_3:\text{Ce}^{3+}$  在制备热释光剂量计中的应用进行详细描述。

[0029] 实施例 1

[0030] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.04mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在 400℃ 的温度下预烧 3h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在 750℃ 的温度下焙烧 8 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0031] 将  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到热释光发光曲线图,参见图 1。图 1 为本发明实施例提供的  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  材料被  $\gamma$  射线辐照后的热释光发光曲线图。由图 1 可知, $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  材料的热释光发光曲线由 3 个发光峰组成,分别在温度为 340K (此处的发光峰肉眼基本不可见)、469K 和 610K 处出现。其中,位于 469K 处的发光峰为独立发光峰,此时,发光强度为  $5.2 \times 10^6$  任意单位。

[0032] 将  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  材料分为 5 份,分别经 10mGy、50mGy、100mGy、200mGy 和 400mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后分别以  $20\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到相应的热释光强度,获得剂量和相对热释光强度的曲线图,即剂量响应曲线图,参见图 2 中的曲线 a,图 2 中的曲线 a 为本发明实施例提供的  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  材料对  $\gamma$  射线的剂量响应曲线。由图 2 可知,本发明提供的  $\text{LiCaBO}_3:1\% \text{Ce}^{3+}$  材料呈现较好的线性,具有较高的灵敏度。

[0033] 实施例 2

[0034] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.004mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在 300℃ 的温度下预烧 2h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在 700℃ 的温度下焙烧 10 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:0.1\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0035] 将  $\text{LiCaBO}_3:0.1\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K。

[0036] 实施例 3

[0037] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.01mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在 300℃ 的温度下预烧 2h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在 700℃ 的温度下焙烧 10 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:0.25\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0038] 将  $\text{LiCaBO}_3:0.25\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K。

[0039] 实施例 1

[0040] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.02mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $400^\circ\text{C}$  的温度下预烧 3h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $750^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 8 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:0.5\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0041] 将  $\text{LiCaBO}_3:0.5\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K,相对发光强度为  $4.6 \times 10^6$  任意单位。

[0042] 实施例 5

[0043] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.08mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $400^\circ\text{C}$  的温度下预烧 3h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $750^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 8 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:2\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0044] 将  $\text{LiCaBO}_3:2\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K,相对发光强度为  $3.7 \times 10^6$  任意单位。

[0045] 实施例 6

[0046] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的三氧化二硼和 0.1mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $500^\circ\text{C}$  的温度下预烧 5h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $800^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 20 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:2.5\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0047] 将  $\text{LiCaBO}_3:2.5\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K。

[0048] 实施例 7

[0049] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.16mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $400^\circ\text{C}$  的温度下预烧 3h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $750^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 8 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:4\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0050] 将  $\text{LiCaBO}_3:4\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K,相对发光强度为  $3.0 \times 10^6$  任意单位。

[0051] 实施例 8

[0052] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.2mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $450^\circ\text{C}$  的温度下预烧 5h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $750^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 15 个小

时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:5\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0053] 将  $\text{LiCaBO}_3:5\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K。

[0054] 实施例 9

[0055] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的三氧化二硼和 0.30mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $350^\circ\text{C}$  的温度下预烧 4h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $1000^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 10 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:7.5\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0056] 将  $\text{LiCaBO}_3:7.5\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K。

[0057] 实施例 10

[0058] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.32mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $400^\circ\text{C}$  的温度下预烧 3h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $750^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 8 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:8\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0059] 将  $\text{LiCaBO}_3:8\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K,相对发光强度为  $2.2 \times 10^6$  任意单位。

[0060] 实施例 11

[0061] 取 2mol 分析纯的碳酸锂、4mol 分析纯的碳酸钙、4mol 分析纯的硼酸和 0.4mol 纯度为 99.9% 的氧化铈在研钵中充分研磨均匀并烘干后放入刚玉坩埚中,在空气气氛中,在  $400^\circ\text{C}$  的温度下预烧 3h,得到混合材料,将混合材料冷却至室温后,再次在研钵中充分研磨并混合均匀,放入刚玉坩埚中,在周围填充碳棒的条件下,在  $750^\circ\text{C}$  的温度下焙烧 8 个小时,自然冷却到室温,在研钵中研磨后得到  $\text{LiCaBO}_3:10\% \text{Ce}^{3+}$ 。

[0062] 将  $\text{LiCaBO}_3:10\% \text{Ce}^{3+}$  经 50mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热,得到的热释光发光曲线图中,主发光峰的峰温为 469K。

[0063] 对比例 1

[0064] 选择 4 份从市场上购买的 TLD-100,即镁、钛激活的 LiF 材料,分别经 10mGy、50mGy、200mGy 和 500mGy 的  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线辐照,然后分别以  $5\text{Ks}^{-1}$  的加热速率加热所述经过辐射的材料,得到相应的热释光强度,获得剂量和相对热释光强度的曲线图,即剂量响应曲线图,参见图 2 中的曲线 b,图 2 中的曲线 b 为 LiF:Mg,Ti 材料对  $\gamma$  射线的剂量响应曲线。由图 2 可知,与曲线 a 相比,曲线 b 代表的 TLD-100 的灵敏度低于曲线 a 代表本发明实施例提供的热释光剂量计材料的灵敏度。

[0065] 以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

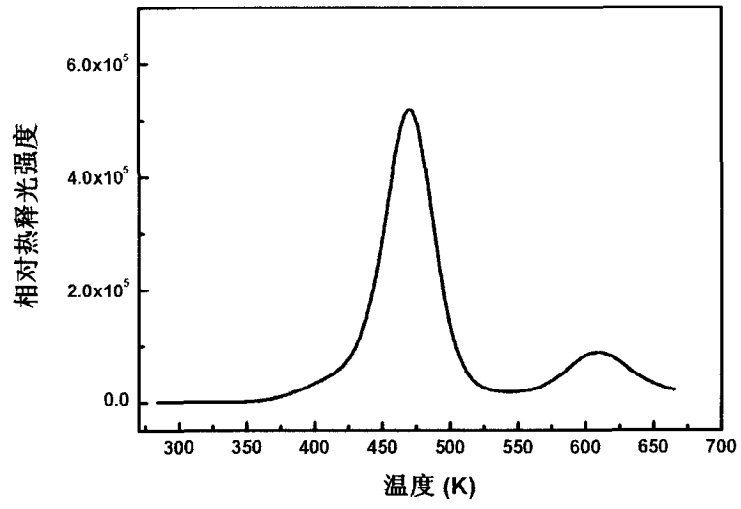


图 1

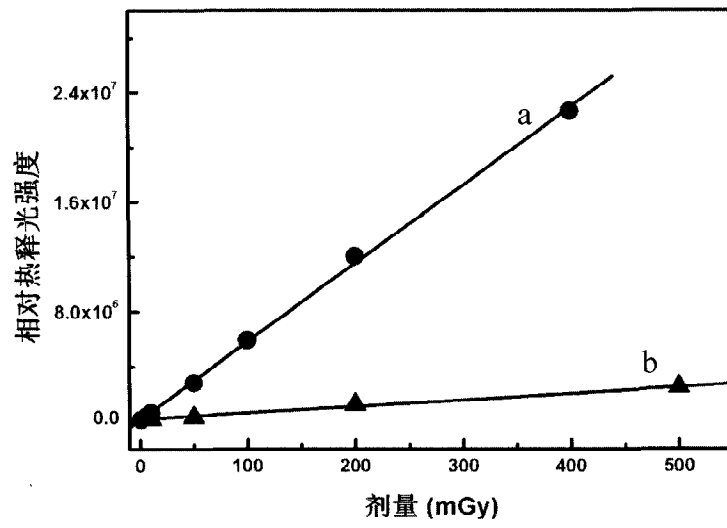


图 2