



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103328609 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201180064126. X

H05B 33/14(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 12. 13

H05B 33/18(2006. 01)

C09K 11/08(2006. 01)

(30) 优先权数据

11150063. 3 2011. 01. 04 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 07. 04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2011/055626 2011. 12. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/093298 EN 2012. 07. 12

(56) 对比文件

WO 2006/109238 A2 ,2006. 10. 19,
Sushil K. et al. EPR of the Kramers ions
Er³⁺, Nd³⁺, Yb³⁺ and Ce³⁺ in Y(NO₃)₃. 6H₂O
and Y₂(SO₄)₃. 8H₂O single crystals: Study of
hyperfine transitions. 《Physica B》. 1998, 第
253 卷第 111-122 页.

审查员 王富强

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 G. 格雷尤伊 J. 普勒瓦

H. 贝坦特鲁普 T. 朱斯特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 初媛媛 汪扬

(51) Int. Cl.

C09K 11/74(2006. 01)

C09K 11/77(2006. 01)

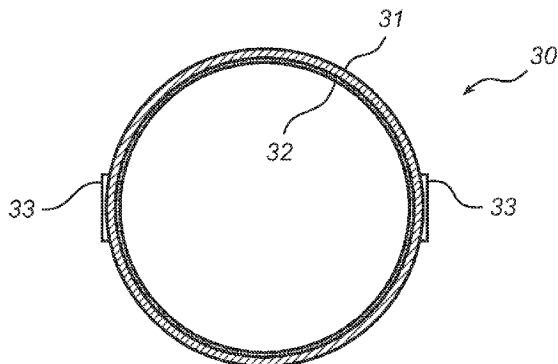
权利要求书1页 说明书6页 附图16页

(54) 发明名称

发射紫外线的磷光体

(57) 摘要

本发明提供了一种波长转换材料,包括化学
式为 $(Y_{1-w-x-y-z}Sc_wLa_xGd_yLu_z)_{2-a}(SO_4)_3:Me_a$ 的化合
物,其中 Me 代表能够发射 UV - C 辐射的三价
阳离子或三价阳离子的混合物,且其中 w, x, y
和 z 中的每一个均在 0.0 到 1.0 的范围中,且
 $w+x+y+z \leq 1.0$,且其中 $0.0005 \leq a \leq 0.2$ 。可
以在用于 UV 照射的照明装置中应用该波长转换
材料,其尤其用于通过有杀菌力的 UV 照射来灭菌
或消毒。



1. 一种包括化学式为 $(Y_{1-w-x-y-z}Sc_wLa_xGd_yLu_z)_{2-a}(SO_4)_3:Me_a$ 的波长转换化合物的波长转换材料, 其中 Me 表示能够发射 UV-C 辐射的三价阳离子或三价阳离子的混合物, 且其中 w, x, y 和 z 中的每一个均在 0.0 到 1.0 的范围之内且 $w+x+y+z \leq 1.0$, 并且其中 $0.0005 \leq a \leq 0.2$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的波长转换材料, 其中 Me 包括 Pr^{3+} , Nd^{3+} 和 Bi^{3+} 中的至少一种。

3. 根据权利要求 1 所述的波长转换材料, 其中 $0.002 \leq a \leq 0.1$ 。

4. 根据权利要求 2 所述的波长转换材料, 还包括至少另一种三价阳离子作为共同掺杂剂。

5. 一种波长转换屏或涂层, 包括根据权利要求 1 所述的波长转换材料。

6. 一种照明装置, 包括要转换的紫外光的源以及根据权利要求 1 所述的波长转换材料或根据权利要求 5 所述的波长转换屏或涂层以用于转换来自所述源的紫外光。

7. 根据权利要求 6 所述的照明装置, 其是包括放电容器的放电灯, 所述电容器包含气体, 所述气体包括 Ar, Kr, Xe, F_2 , Cl_2 , Br_2 和 I_2 中的一种或多种, 其中所述放电容器的壁的至少一部分设置有根据权利要求 1 所述的波长转换材料。

8. 一种医疗装置, 包括根据权利要求 1 所述的波长转换成分、根据权利要求 5 所述的波长转换屏或涂层或者根据权利要求 6 所述的照明装置。

9. 根据权利要求 8 所述的医疗装置, 其为光疗装置。

10. 一种美容处理装置, 包括根据权利要求 1 所述的波长转换成分、根据权利要求 5 所述的波长转换屏或涂层, 或根据权利要求 6 所述的照明装置。

11. 一种系统, 包括根据权利要求 6 所述的照明装置以用于紫外线照射。

12. 根据权利要求 11 所述的系统, 其为一种通过有杀菌力的紫外线照射用于灭菌、消毒或净化的系统。

13. 根据权利要求 1 所述的波长转换成分的使用, 用于灭菌、消毒或净化。

14. 根据权利要求 1 所述的波长转换成分的使用, 用于美容处理。

15. 一种生产根据权利要求 1 所述的波长转换成分的方法, 包括:

- 在含硫酸的介质中使 Y、Lu、Sc、La 或 Gd 的氧化物与所述三价阳离子的硫酸盐或氧化物反应; 以及

- 去除所述介质。

发射紫外线的磷光体

技术领域

[0001] 本发明涉及发射紫外线的发光化合物领域,所述化合物例如用于紫外线灯中。

背景技术

[0002] 包括发射紫外线的磷光体的荧光灯被广泛用于很多应用,包括消毒和净化、皮革鞣制、皮肤的医学处理、聚合物硬化和半导体晶片处理。

[0003] 常规上,紫外线辐射源是基于低或中压汞 (Hg) 放电 (也称为汞蒸气灯) 的。低压 Hg 放电的发射线光谱主要是 185 纳米和 245 纳米线。增加压力导致线增宽,以紫外线发射为代价增加可见光谱的发射。因此,作为紫外线发射器,中压 Hg 放电效率比较低。由于 Hg 蒸气压的变化,所以 Hg 放电灯的效率就强烈地取决于温度。此外,光谱随灯驱动条件和温度而变化,这是不希望看到的。

[0004] 近年来,介质阻挡准分子放电作为发射紫外线的放电灯的替代放电源,已经引起人们的注意。准分子放电灯是在灯工作期间放电维持气体填充物的至少一个成分形成准分子的放电灯。氙 (Xe) 准分子放电主要发射 172 纳米的光。包括 Xe 作为填充气体的介质阻挡驱动石英灯示出了高于 50 % 的插座效率。除了 Xe 作为形成准分子的气体填充成分以外,还有其他像 Ne 的众所周知的形成准分子的填充成分。

[0005] 例如,在 US 2008/02588601 中已经描述了 Xe 准分子放电灯,其利用荧光化合物将放电发射转换成可见光或紫外光。然而,目前已知的发射紫外线的波长转换材料(也称为发射紫外线的发光材料或发射紫外线的磷光体),具有许多缺点,例如,不希望看到的低转换率、低光化学和 / 或化学稳定性、路易斯碱性、导致发射紫外线的发光材料的降解的不希望看到的与放电的化学相互作用以及由于与杀菌作用曲线的光谱失配造成的不希望看到的低消毒效率。例如,在存在准分子放电的情况下,US 2008/02588601 的发光材料的化学不稳定性可能需要例如氧化铝的保护涂层,这降低了转换效率。

[0006] 因此,本领域中仍需要改善发射紫外线的灯和其中使用的材料。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于至少部分克服现有技术的缺点,并提供一种发射紫外线的光源,其具有改善的效率和 / 或尤其对于 UV 灭菌而言是有用的。

[0008] 根据本发明的第一方面,由一种包括如下化学式的化合物的波长转换材料实现这个和其他目的:



[0010] 其中 Me 代表能够发射 UV - C 辐射的三价阳离子或三价阳离子的混合物,且其中 w, x, y 和 z 中的每一个均在 0.0 到 1.0 的范围内,且 $w+x+y+z \leq 1.0$, 且其中 $0.0005 \leq a \leq 0.2$ 。该波长转换材料提供了 100 到 200nm 波长范围的紫外光到 200 到 300nm 波长范围光的强烈且有效的转换。于是该波长转换材料具有高的量子效率。此外,来自本发明的波长转换材料的紫外线发射与杀菌作用曲线(GAC) 具有高度交叠,例如,至少 70 %

的整体交叠。本发明的波长转换材料还是温度稳定的,从而能够忍受准分子灯的高工作温度。此外,稀土金属硫酸盐容易生产。

[0011] 在本发明的实施例中,Me是三价镨离子(Pr^{3+})、钕离子(Nd^{3+})和铋离子(Bi^{3+})中的至少一种。 Pr^{3+} 和 Nd^{3+} 的4f-5d跃迁提供了快速发光,其具有大的吸收截面(吸收过程的概率高),实现了有效率的波长转换材料。对于 Bi^{3+} 的6s-6p跃迁,这同样适用。

[0012] 在本发明的实施例中,a在0.002到0.1的范围中,通常在0.01到0.04的范围中(对应于Me的含量为0.5到2at.%)。这种含量的掺杂剂(Me)提供了特别好的吸收,避免或减少了浓缩猝灭。

[0013] 在本发明的实施例中,Me包括 Pr^{3+} 、 Nd^{3+} 和 Bi^{3+} 中的至少一种,此外还包括至少另一种三价阳离子。使用这样的共同掺杂剂,可以调节波长转换材料的发射光谱以更好适合期望的应用。

[0014] 在另一方面中,本发明涉及一种波长转换屏或波长转换涂层,包括如上所述的波长转换材料。这样的屏或涂层通常用于准分子放电灯中,其中布置它以接收放电产生的紫外光。

[0015] 因此,在另一个方面中,本发明提供了一种照明装置,包括要转换的紫外光的源,即,未转换的光的源,以及如上所述用于转换来自所述源的紫外光的波长转换材料或波长转换屏或涂层。典型地,照明装置可以是放电灯,包括放电容器,放电容器包含气体,气体包括Ar, Kr, Xe, F_2 , Cl_2 , Br_2 和 I_2 中的一种或多种,以及用于产生放电的机构,其中放电容器的壁的至少一部分设置有如上所述的波长转换材料,例如,形式为涂层。

[0016] 在本发明的实施例中,照明装置可以是或形成医疗装置或美容处理装置的一部分。

[0017] 在另一方面中,本发明提供了一种美容处理装置,包括上文定义的波长转换成分、上文定义的波长转换屏或涂层和/或上文定义的照明装置。

[0018] 在另一方面中,本发明提供了一种医疗装置,包括上文定义的波长转换成分、上文定义的波长转换屏或涂层和/或上文定义的照明装置。例如,该医疗装置可以是光疗装置。

[0019] 上述照明装置可以形成用于紫外线照射的系统的一部分,该系统包括例如光学部件(如透镜、波导等),控制电路系统和装置、冷却布置、机械支承结构等。这样的系统可以是用于通过有杀菌力的紫外线照射来灭菌、消毒和/或净化的系统。替换性地,包括所述照明装置的系统可以是医疗装置系统。替换性的,所述系统可以是化学反应器或光蚀刻设备。

[0020] 在另一方面中,本发明涉及将上文定义的波长转换成分用于灭菌、消毒或净化。

[0021] 在又一方面中,本发明涉及将上文定义的波长转换成分用于美容处理方法,典型的为晒黑。

[0022] 在另一方面中,本发明提供了一种生产上文定义的波长转换成分的方法,包括:在含硫酸的介质中使Y、Lu、Sc、La或Gd的氧化物与上述三价阳离子的硫酸盐或氧化物反应;以及去除所述介质。这些步骤通常继之以分解反应产物的步骤,例如碾磨,然后通过退火分解的反应产物,以获得包含散布于其中的掺杂剂的稀土金属正硫酸盐的晶格。

[0023] 要注意的是,本发明涉及权利要求中所述各特征的所有可能组合。

附图说明

[0024] 现在将参考示出本发明实施例的附图更详细地描述本发明的这一和其他方面。

[0025] 图 1 示出了各种掺杂浓度下 Pr^{3+} 掺杂的正硫酸钇 (yttrium orthosulphate) 的发射光谱。

[0026] 图 2 示出了 Pr^{3+} 掺杂的正硫酸钇的发射光谱和杀菌作用曲线。

[0027] 图 3 是根据本发明实施例的发射紫外线的放电灯的示意横截面图。

[0028] 图 4a 示出了根据本发明实施例的波长转换化合物 $(\text{Y}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Pr})$ 的 XRD 图谱。

[0029] 图 4b 示出了根据本发明实施例的波长转换化合物 $(\text{Y}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Pr})$ 的反射、激发和发射光谱。

[0030] 图 5a-b 分别示出了根据本发明实施例的另一波长转换化合物 $(\text{Lu}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Pr})$ 的 XRD 图谱以及反射 (实线)、激发 (虚线) 和发射 (点连线) 光谱。

[0031] 图 6a-b 分别示出了根据本发明实施例的另一波长转换化合物 $(\text{La}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Pr})$ 的 XRD 图谱以及反射 (实线)、激发 (虚线) 和发射 (点连线) 光谱。

[0032] 图 7a-b 分别示出了根据本发明实施例的另一波长转换化合物 $(\text{Y}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Nd})$ 的 XRD 图谱以及反射、激发和发射光谱。

[0033] 图 8a-c 分别示出了根据本发明实施例的实例 V 中所述的另一波长转换化合物 $(\text{Lu}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Bi})$ 的 XRD 图谱以及反射 (图 b) 和发射 (图 8c) 光谱。

[0034] 图 9a-b 分别示出了根据本发明实施例的另一波长转换化合物 $(\text{Lu}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Nd})$ 的 XRD 图谱以及反射、激发和发射光谱。

具体实施方式

[0035] 本发明者已经发现,某些掺杂有 Pr^{3+} 、 Nd^{3+} 或 Bi^{3+} 的稀土金属硫氧化物具有优异性能以用作 VUV 到 UV-C 转换化合物,例如用于准分子放电灯中。

[0036] 根据本发明的波长转换化合物具有通式 $\text{Ln}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Me}$, 或更具体而言, $\text{Ln}_{2-a}(\text{SO}_4)_3:\text{Me}_a$ (其也可以写为 $\text{Ln}_{2-a}\text{Me}_a(\text{SO}_4)_3$), 其中, Ln 是钇 (Y)、钪 (Sc)、镧 (La)、钆 (Ga) 和镱 (Lu) 中的一种或多种, Me 是三价阳离子, a 在 0.0005 到 0.2 的范围之内。具体而言, 波长转换化合物具有化学式

[0037] $(\text{Y}_{1-w-x-y-z}\text{Sc}_w\text{La}_x\text{Gd}_y\text{Lu}_z)_{2-a}(\text{SO}_4)_3:\text{Me}_a$,

[0038] 其中, w, x, y 和 z 中的每一个均在 0.0 到 1.0 的范围之内并且 $w+x+y+z \leq 1.0$, 其中, Me 和 a 分别如以上所定义。

[0039] 在本发明的实施例中, a 可以是在 0.001 到 0.1 的范围之内, 通常从 0.002 到 0.1, 或从 0.01 到 0.04。

[0040] 在本发明的波长转换化合物中, Sc、Y、La、Gd 和 / 或 Lu 的硫酸盐提供主晶格, 其由少量作为活化剂 (也称为掺杂剂) 的 Me 活化。Me 代表三价阳离子, 通常为铋离子 (Bi^{3+})、镱离子 (Pr^{3+}) 或钕离子 (Nd^{3+})。活化剂 Me 能够在 200-300nm 的范围之内发射紫外光。

[0041] 如这里所用, 波长转换化合物指能够吸收特定波长或波长范围的电磁辐射并能够发射不同波长或波长范围 (通常为更长波长) 的电磁辐射的化合物。

[0042] 如这里所用的, 波长转换材料指与波长转换化合物具有相同吸收和发射能力的材料。波长转换材料可以由单个类型的波长转换化合物或不同类型的波长转换化合物的混合物组成。

[0043] 如这里所用,术语“活化剂”或“掺杂剂”指出现在主晶格中的杂质,尤其是三价离子,其能够在激发时发射紫外线辐射。

[0044] 已经发现根据本发明的波长转换化合物在 200-300nm 波长范围之内(例如,200-280nm 或 220-300nm)具有强烈和有效的紫外线辐射的发射。图 1 示出了根据本发明实施例的具有化学式 $Y_2(SO_4)_3:Pr$ (Pr^{3+} 掺杂的正硫酸钇)的波长转换化合物在不同浓度的掺杂剂情况下的发射光谱。所测的化合物中 Pr 的含量分别为 0.2 atomic % (at. %)、0.5 at. %、1 at. %、2 at. % 或 4 at. %。掺杂剂百分率指 atomic %,即活化剂原子(Me 原子)取代晶体位点原子的相对数量。

[0045] 有利地,根据本发明的波长转换化合物的发射光谱与杀菌作用曲线(GAC)具有大的交叠,其示出了紫外光对大肠杆菌的杀菌作用。该作用是主要通过 200-300nm 的辐射实现的。如图 2 中可见,根据本发明实施例的 Pr^{3+} 掺杂的正硫酸钇的发射与杀菌作用曲线具有大的光谱交叠,整体交叠大约是 71 %。

[0046] 由于其光谱特征,所以本发明的波长转换化合物是有用的,可作为很短波长的紫外线辐射(通常为 VUV,具有 100-200nm 的波长)到 200-300nm 紫外光、例如 200-280nm (代表 UV-C 光谱的一部分)或 220-300nm、或 220-280nm 的转换体。本发明的波长转换化合物在 100-200nm、尤其是 150-180nm 的范围之内可以具有强吸收。

[0047] 根据本发明实施例的波长转换化合物的紫外线发射在各种应用中可以是有用的。例如,由于与杀菌作用曲线具有大的交叠,所以波长转换化合物可以特别有用于紫外线杀菌照射以实现例如食物、空气或水(比如,饮用水、废水、池水或池塘水等)、物体(比如,实验室或医疗设备、键盘、个人护理用具例如牙刷、剃须刀、美容工具等)的灭菌、消毒和 / 或净化。

[0048] 然而,本发明的波长转换化合物也可以用于紫外线照射以用于除了灭菌、消毒和 / 或净化目的以外的其它目的。例如,可以将本发明的波长转换化合物的紫外线发射用于人或动物的医学处理或美容处理,例如,皮肤的医学处理或美容处理。利用紫外线照射的美容处理的例子包括晒黑。利用紫外线照射的医学处理的例子包括皮肤状况和皮肤病的治疗,例如,牛皮癣、白癜风、痤疮以及维生素 D 缺乏症的治疗。

[0049] 此外,具有本发明的波长转换化合物的发射波长的紫外线照射可以用于实现化学反应,例如,交联反应、光聚合作用、光氧化、光还原和光催化,以及其他光化学应用。

[0050] 此外,具有本发明的波长转换化合物的发射波长的紫外线照射可以用于半导体晶片的处理,尤其是用于光蚀刻。

[0051] 因此,可以将本发明的波长转换化合物应用于发射紫外线的照明设备,以得到广泛应用。例如,可以将根据本发明的波长转换化合物应用于发射紫外线的放电灯中。通常,可以向放电灯的放电容器的内壁提供包含波长转换化合物的波长转换涂层。

[0052] 图 3 的横截面中示出了根据本发明实施例的放电灯。放电灯 30 具有传统放电灯的一般结构,并包括形成放电容器的圆柱形玻璃管 31。玻璃管 31 包含气体,其包括 Ar、Kr、Xe、 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 和 I_2 中的一种或多种,通常为 Xe。向玻璃管 31 的内表面提供包括波长转换材料的波长转换涂层 32,波长转换材料包括根据本发明的波长转换化合物。在本发明的实施例中,涂层 32 可以包括超过一种类型的波长转换化合物。还向放电灯 30 提供传统的电极 33 以提供横越容器 31 的电场以及包含在其中的气体。

[0053] 优选地,在本发明的实施例中,放电灯是准分子放电灯,例如,氙(Xe)准分子放电灯、氦(He)准分子放电灯,或氙/氦准分子放电灯。

[0054] 可以将放电灯,尤其是Xe、Ne或Xe/Ne准分子放电灯应用于光疗的医疗装置,尤其是皮肤光疗;美容处理的美容装置,尤其是皮肤的美容处理;灭菌、消毒和/或净化系统;化学反应器;以及半导体晶片的处理、尤其是光蚀刻系统。

[0055] 可以在酸性介质(通常包含硫酸)中,通过将Y、Lu、Sc La或Gd的氧化物分别与期望作为活化剂(尤其是 Bi^{3+} 、 Pr^{3+} 或 Nd^{3+})的硫酸盐或三价阳离子的氧化物反应生成本发明的波长转换化合物。然后例如通过碾磨或研磨分解反应产物并在例如 500°C 到 900°C 的温度范围之内的高温下对反应产物退火以获得主晶格,并通过扩散使活化剂分布其中。例如,所述反应的实现能够通过以下方式:溶解Y、Lu、Sc La或Gd的所述氧化物和硫酸中的所述硫酸盐或氧化物,并将所得溶液加热到大约 600°C 到大约 800°C 的范围之内的温度,保持1-8个小时,例如2-6个小时,通常大约4个小时,并且例如通过允许其蒸发来去除所述硫酸介质。

[0056] 实例

[0057] 实例 I $\text{Y}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Pr}(1\%)$ 的制备和性质

[0058] 将4.4936克 Y_2O_3 和0.06781克 $\text{Pr}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 作为试剂溶解在20毫升浓硫酸中,随后加热直到酸被完全去除。碾磨剩余的粉末,将其置于氧化铝坩埚中,并于 600°C 在氮气下退火4个小时。图4a中示出了所得化合物 $\text{Y}_{1.99}(\text{SO}_4)_3:\text{Pr}_{0.01}$ (也写为 $\text{Y}_{1.99}\text{Pr}_{0.01}(\text{SO}_4)_3$)的XRD图谱。图4b中示出了反射、激发和发射光谱。该波长转换化合物具有 $>90\%$ 的量子效率。

[0059] 实例 II $\text{Lu}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Pr}(0.5\%)$ 的制备和性质

[0060] 将7.9188克 Lu_2O_3 和0.06781克 $\text{Pr}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 作为试剂溶解在20毫升浓硫酸中,随后加热直到酸被完全去除。碾磨剩余的粉末,将其置于氧化铝坩埚中,并于 800°C 在氮气下退火4个小时。图5a中示出了所得化合物 $\text{Lu}_{1.99}\text{Pr}_{0.01}(\text{SO}_4)_3$ 的XRD图谱。图5b中示出了反射、激发和发射光谱。

[0061] 实例 III $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Pr}(1\%)$ 的制备和性质

[0062] 将6.4836克 La_2O_3 和0.06781克 $\text{Pr}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 作为试剂溶解在20毫升浓硫酸中,随后加热直到酸被完全去除。碾磨剩余的粉末,将其置于氧化铝坩埚中,并于 800°C 在氮气下退火4个小时。图6a中示出了所得化合物 $\text{La}_{1.98}\text{Pr}_{0.02}(\text{SO}_4)_3$ 的XRD图谱。图6b中示出了反射、激发和发射光谱。

[0063] 实例 IV $\text{Y}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Nd}(1\%)$ 的制备和性质

[0064] 将4.4710克 Y_2O_3 和0.06729克 Nd_2O_3 作为试剂溶解在20毫升浓硫酸中,随后加热直到酸被完全去除。碾磨剩余的粉末,将其置于氧化铝坩埚中,并于 600°C 在氮气下退火4个小时。图7a中示出了所得化合物 $\text{Y}_{1.98}\text{Nd}_{0.02}(\text{SO}_4)_3$ 的XRD图谱。图7b中示出了反射、激发和发射光谱。

[0065] 实例 V $\text{Lu}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Bi}(1\%)$ 的制备和性质

[0066] 将7.8991克 Lu_2O_3 和0.09319克 Bi_2O_3 作为试剂溶解在20毫升浓硫酸中,随后加热直到酸被完全去除。碾磨剩余的粉末,将其置于氧化铝坩埚中,并于 600°C 在氮气下退火4个小时。图8a中示出了所得化合物 $\text{Lu}_{1.98}\text{Bi}_{0.02}(\text{SO}_4)_3$ 的XRD图谱。图8b中示出了反射光

谱,图 8c 中示出了发射光谱。

[0067] 实例 VI $\text{Lu}_2(\text{SO}_4)_3:\text{Nd}(1\%)$ 的制备和性质

[0068] 将 7.8991 克 Lu_2O_3 和 0.06729 克 Nd_2O_3 作为试剂溶解在 20 毫升浓硫酸中,随后加热直到酸被完全去除。碾磨剩余的粉末,将其置于氧化铝坩锅中,并于 600°C 在氮气下退火 4 个小时。图 9a 中示出了所得化合物 $\text{Lu}_{1.98}\text{Nd}_{0.02}(\text{SO}_4)_3$ 的 XRD 图谱。图 9b 中示出了反射、激发和发射光谱。

[0069] 本领域的技术人员意识到,本发明决不限于上述优选实施例。相反,在所附权利要求的范围之内,很多修改和变化是可能的。

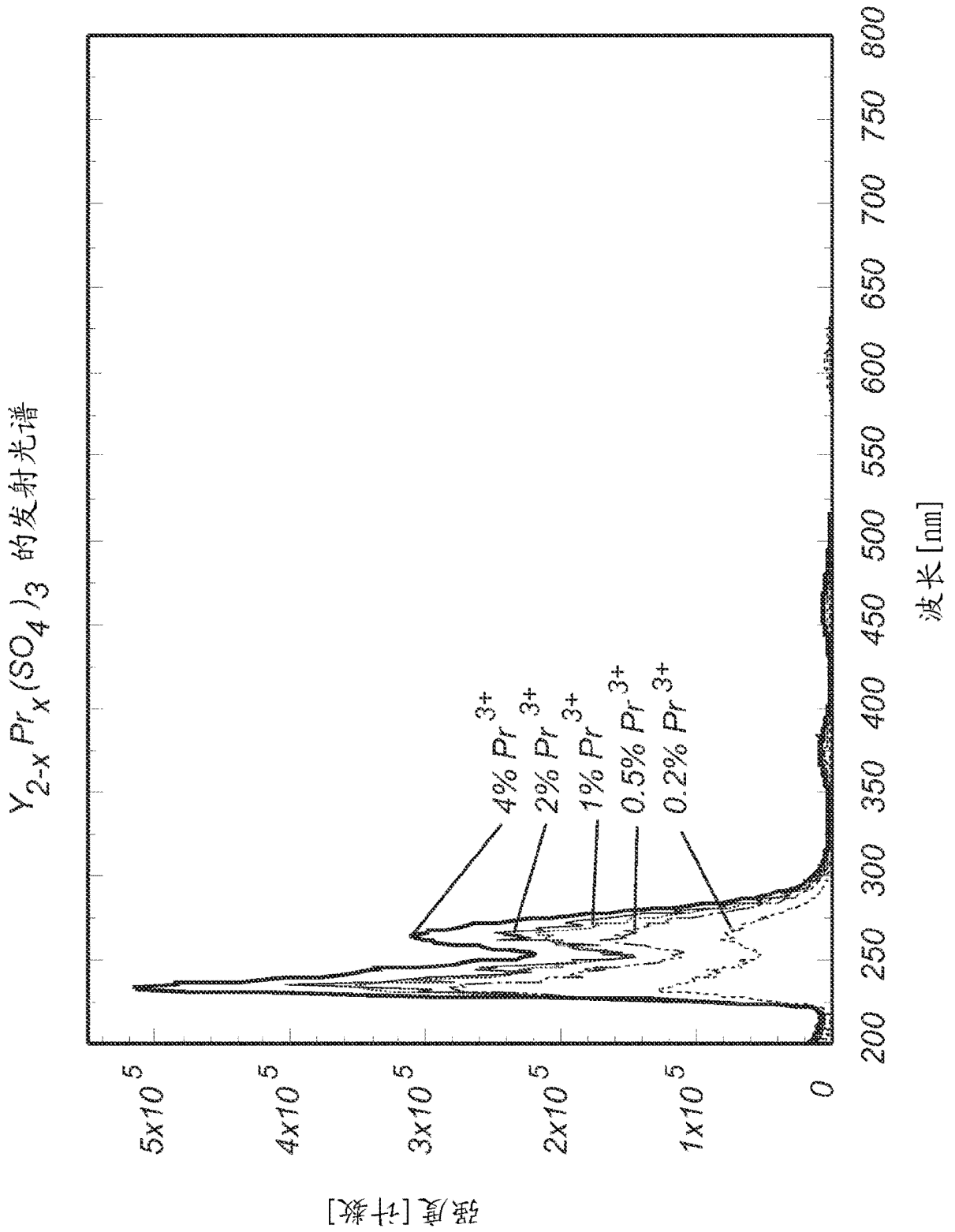


图 1

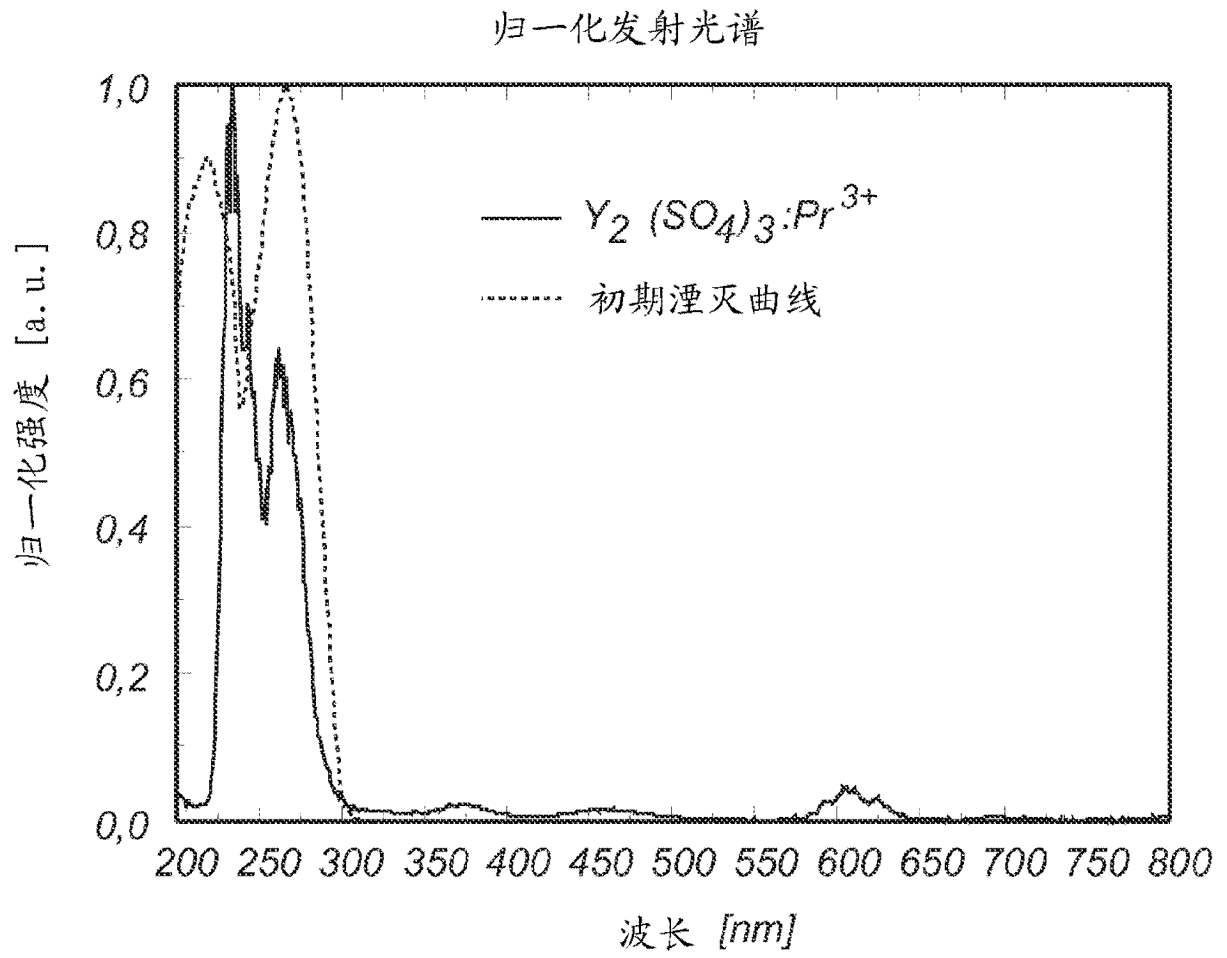


图 2

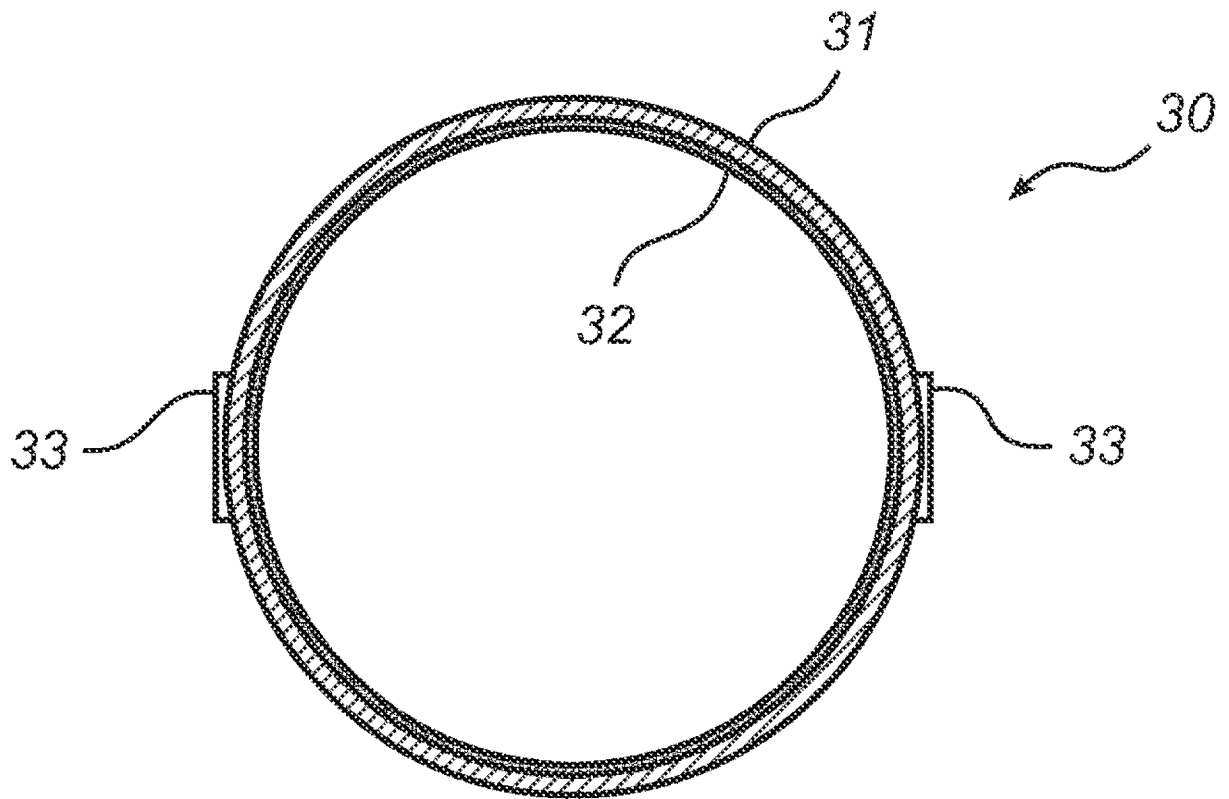


图 3

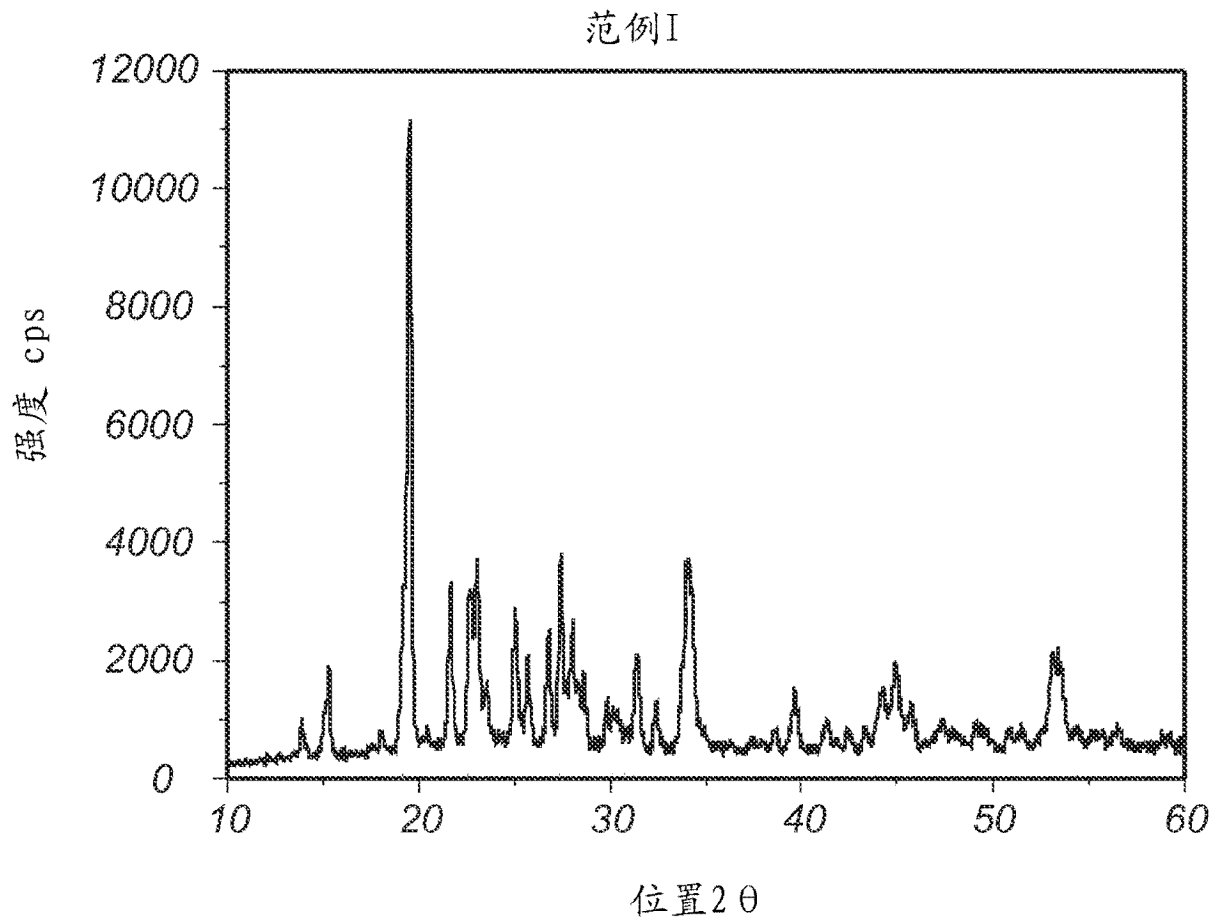


图 4a

范例I

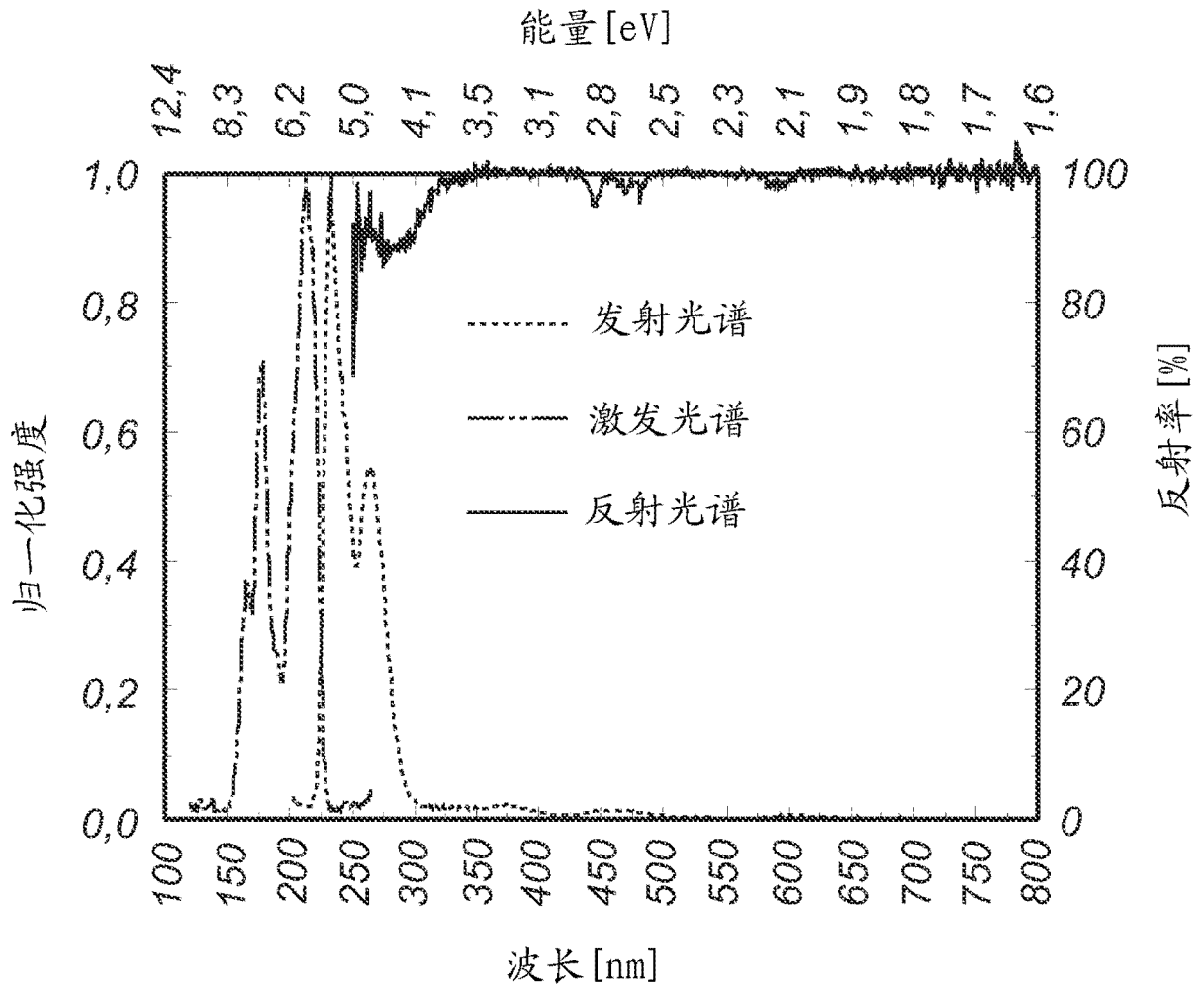


图 4b

范例 II

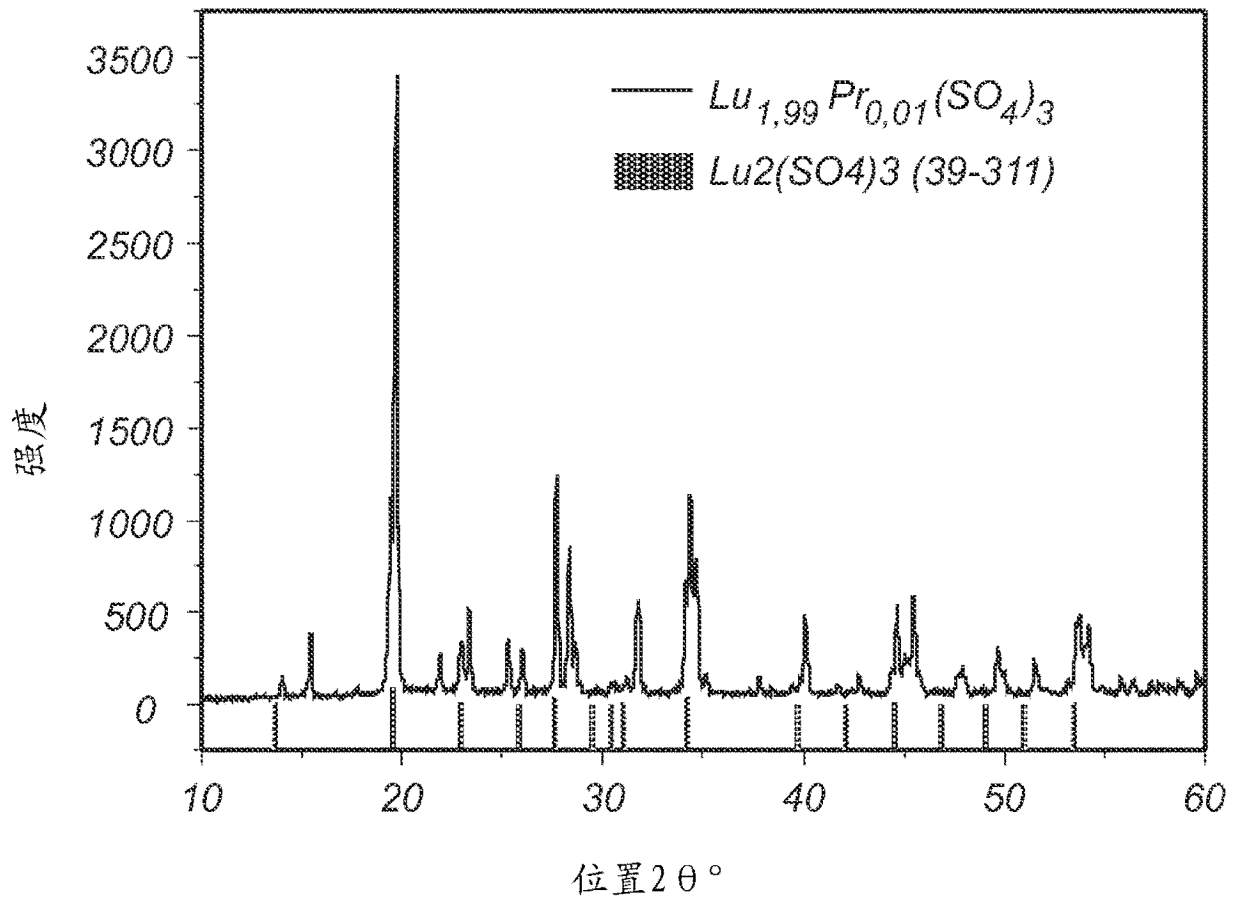


图 5a

范例 II

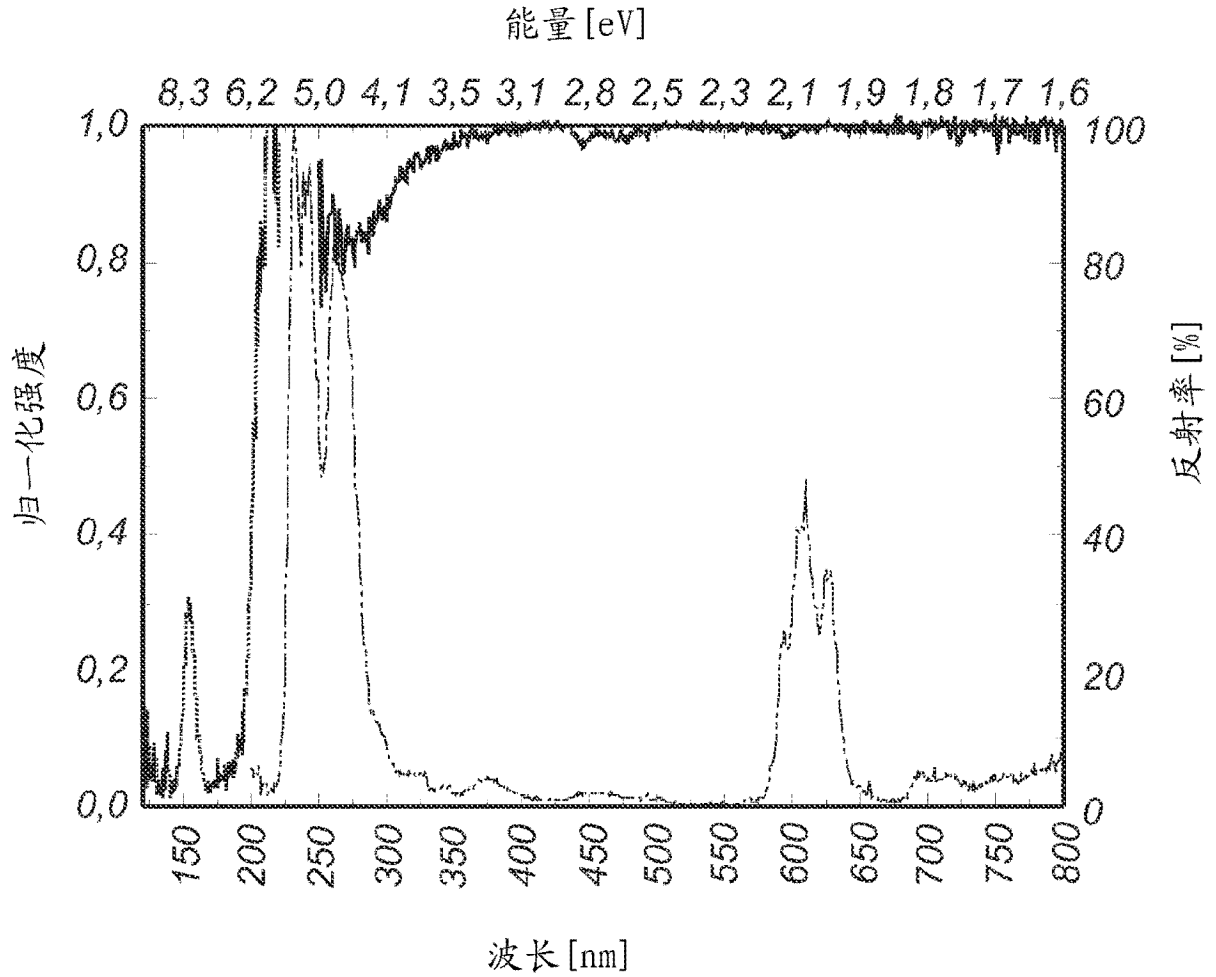


图 5b

范例 III

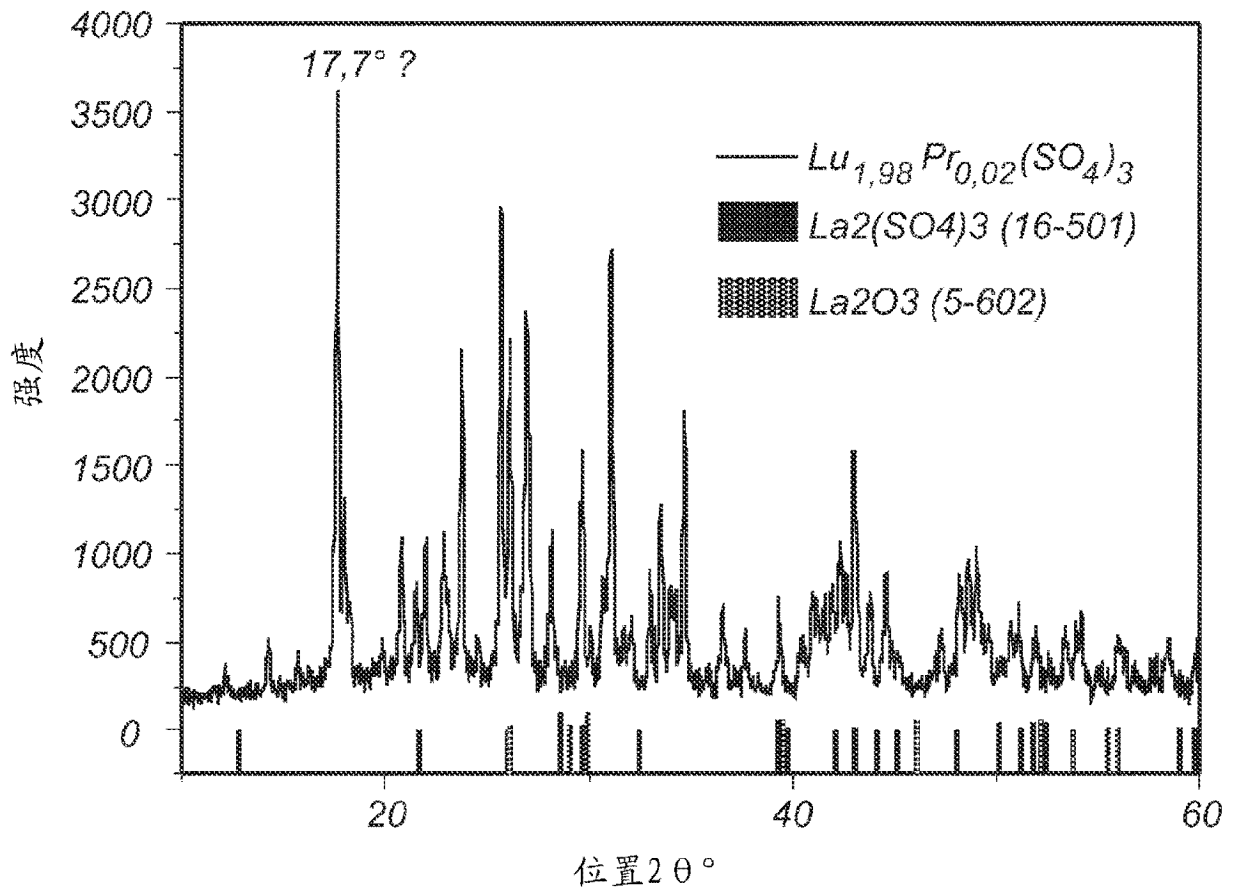


图 6a

范例 III

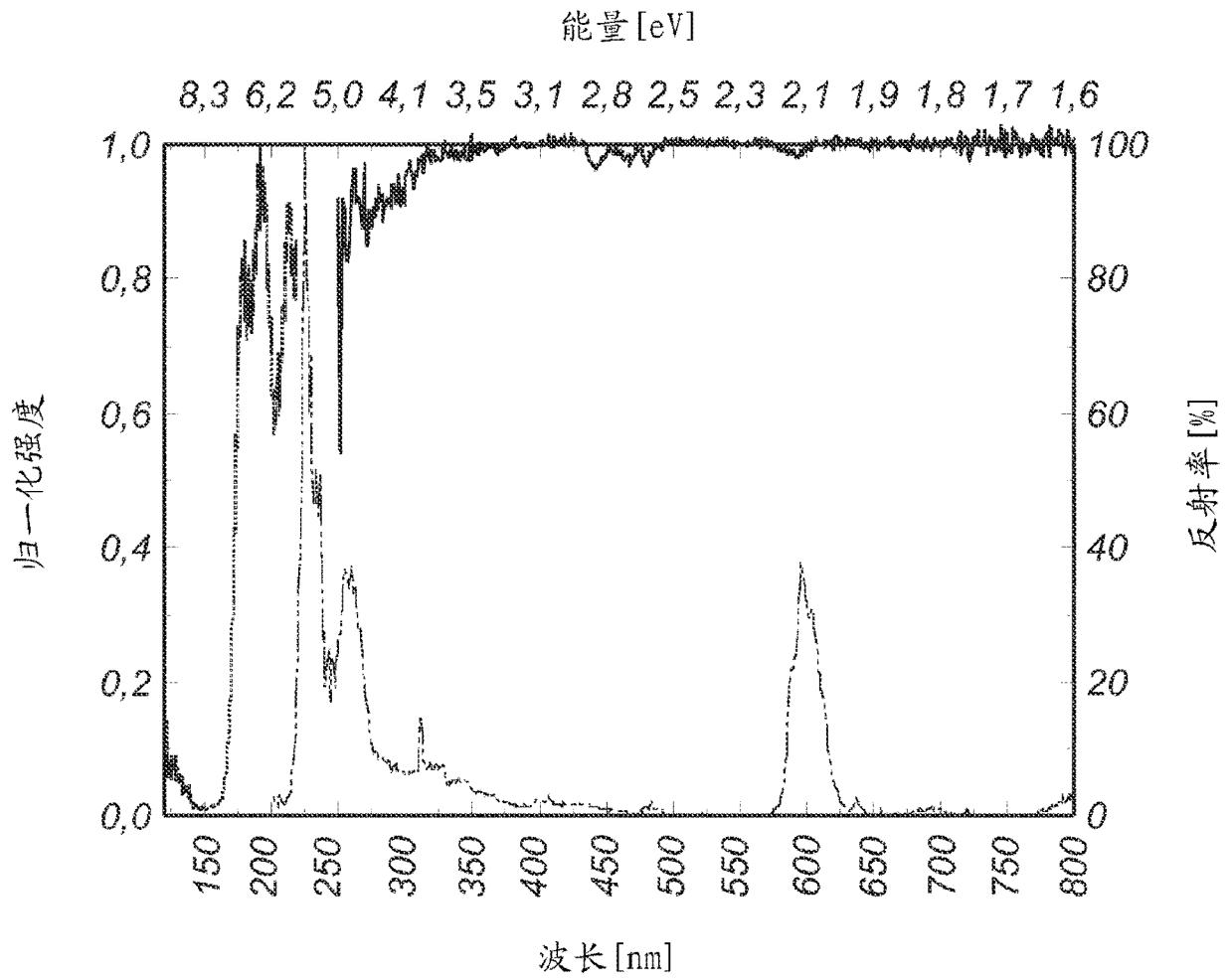


图 6b

范例 IV

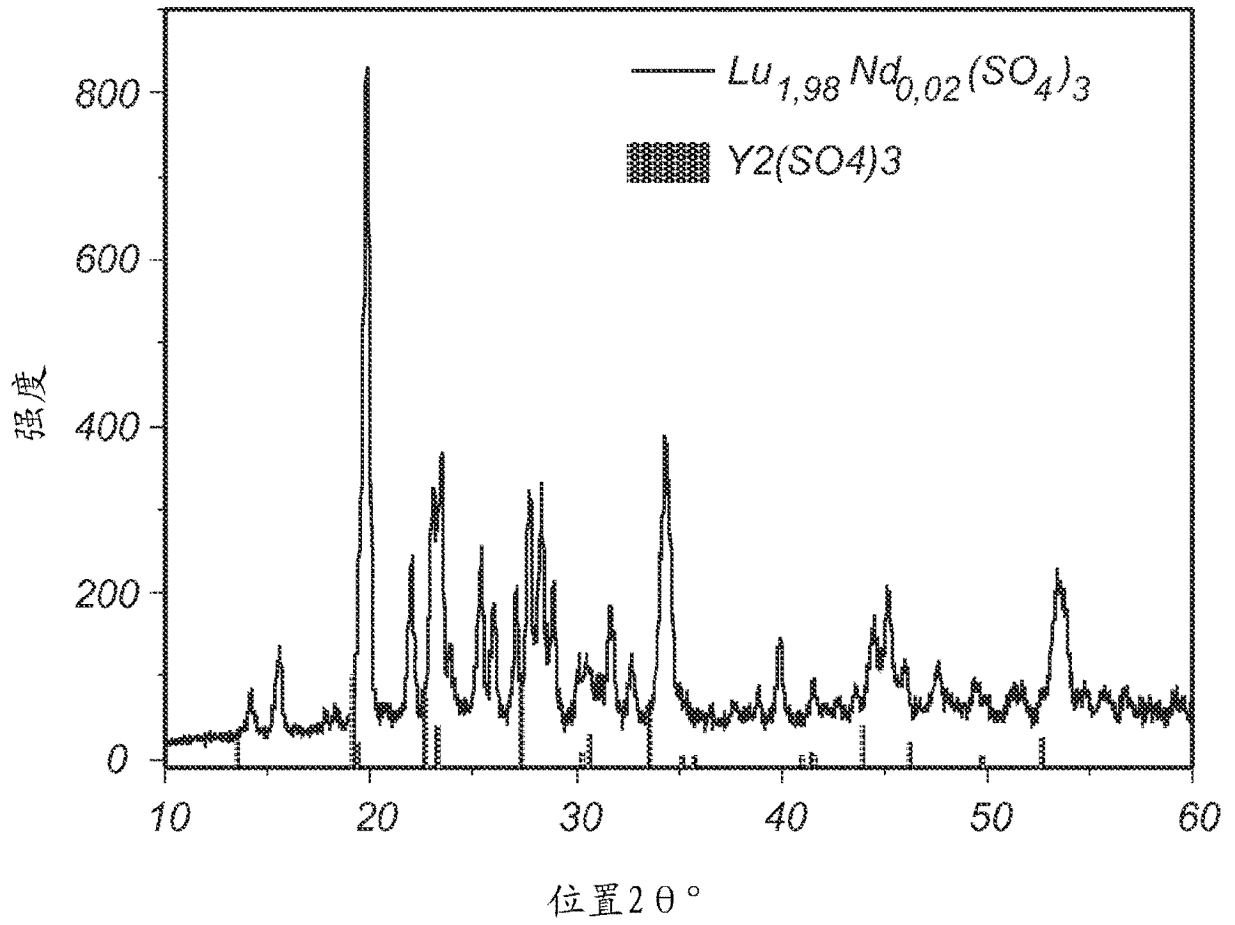


图 7a

范例 IV

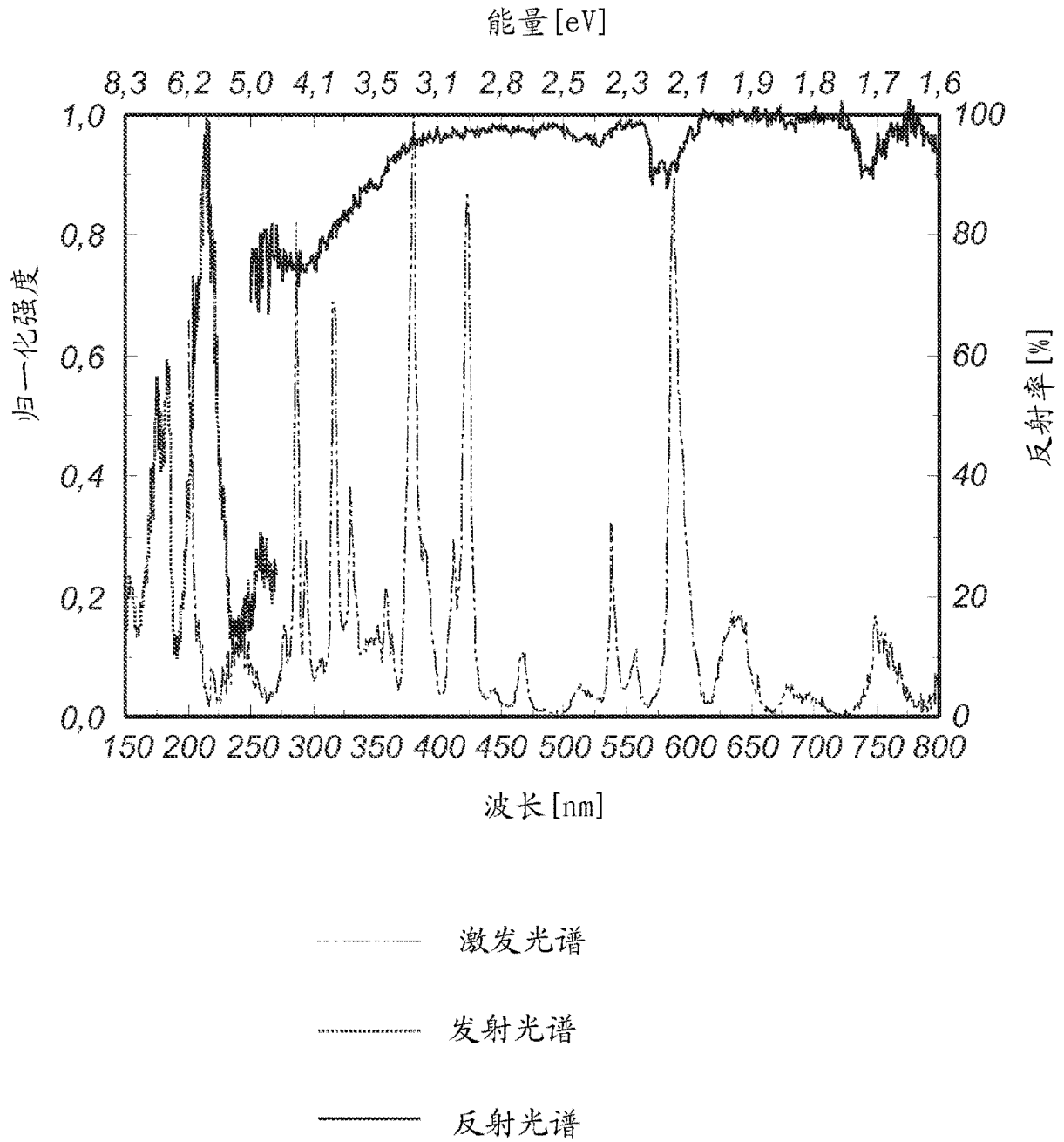


图 7b

范例 V

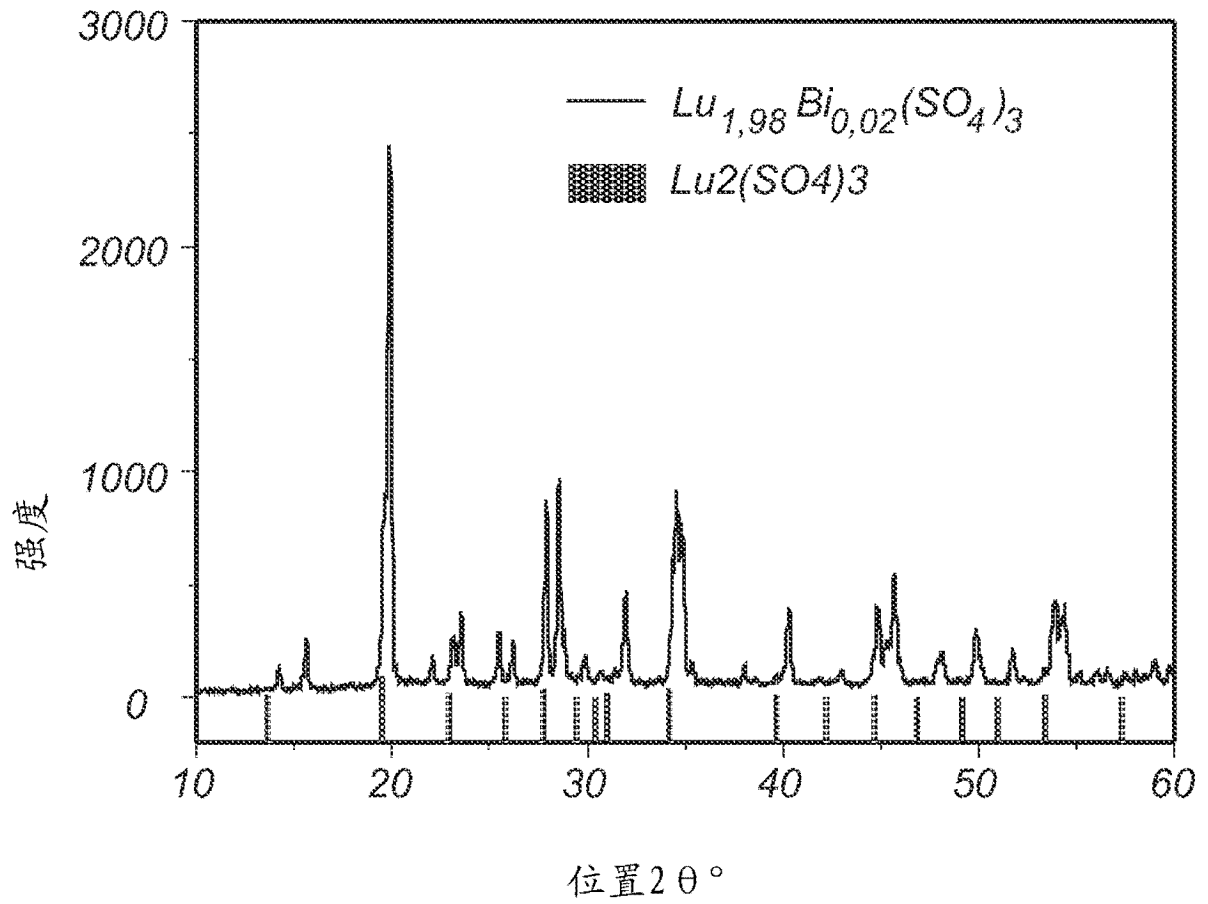


图 8a

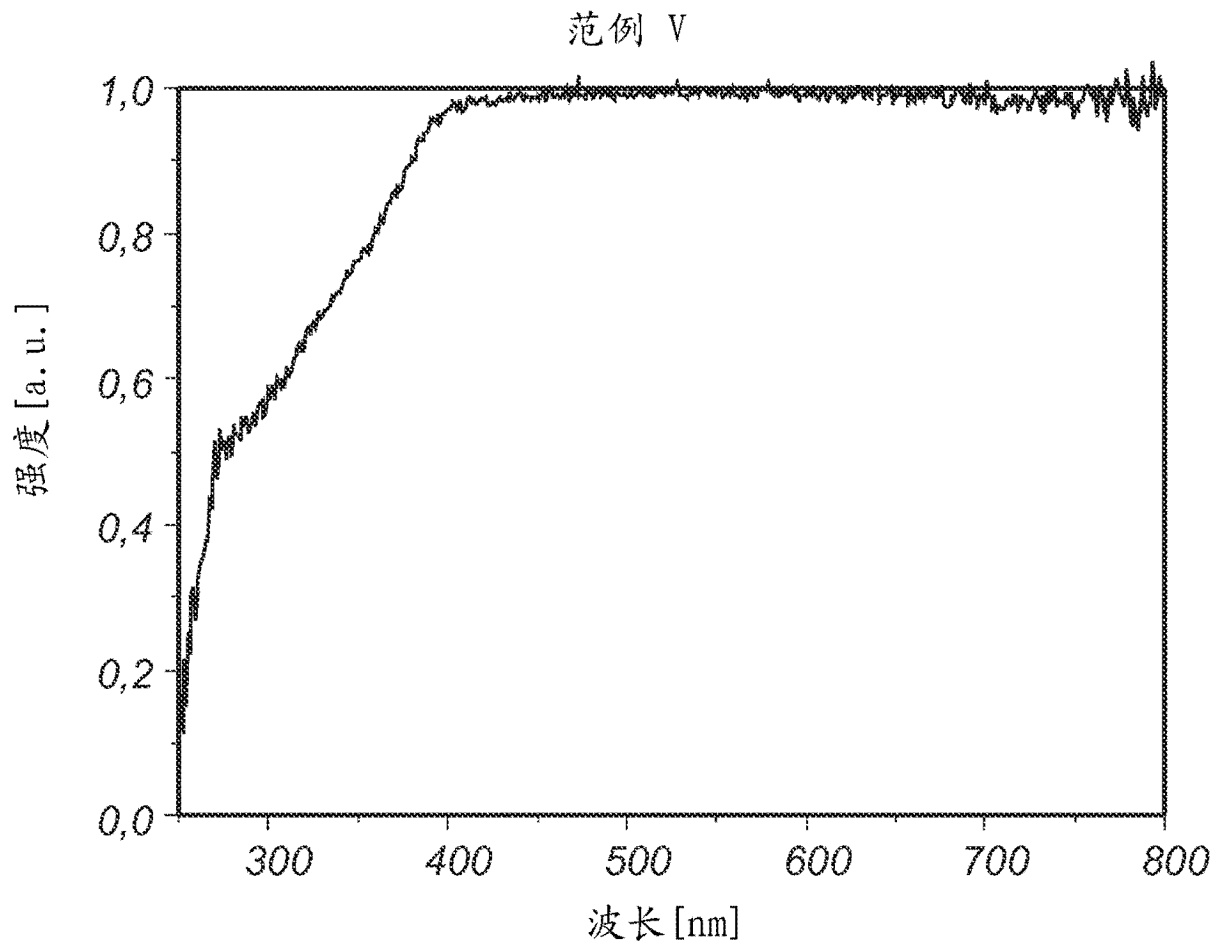


图 8b

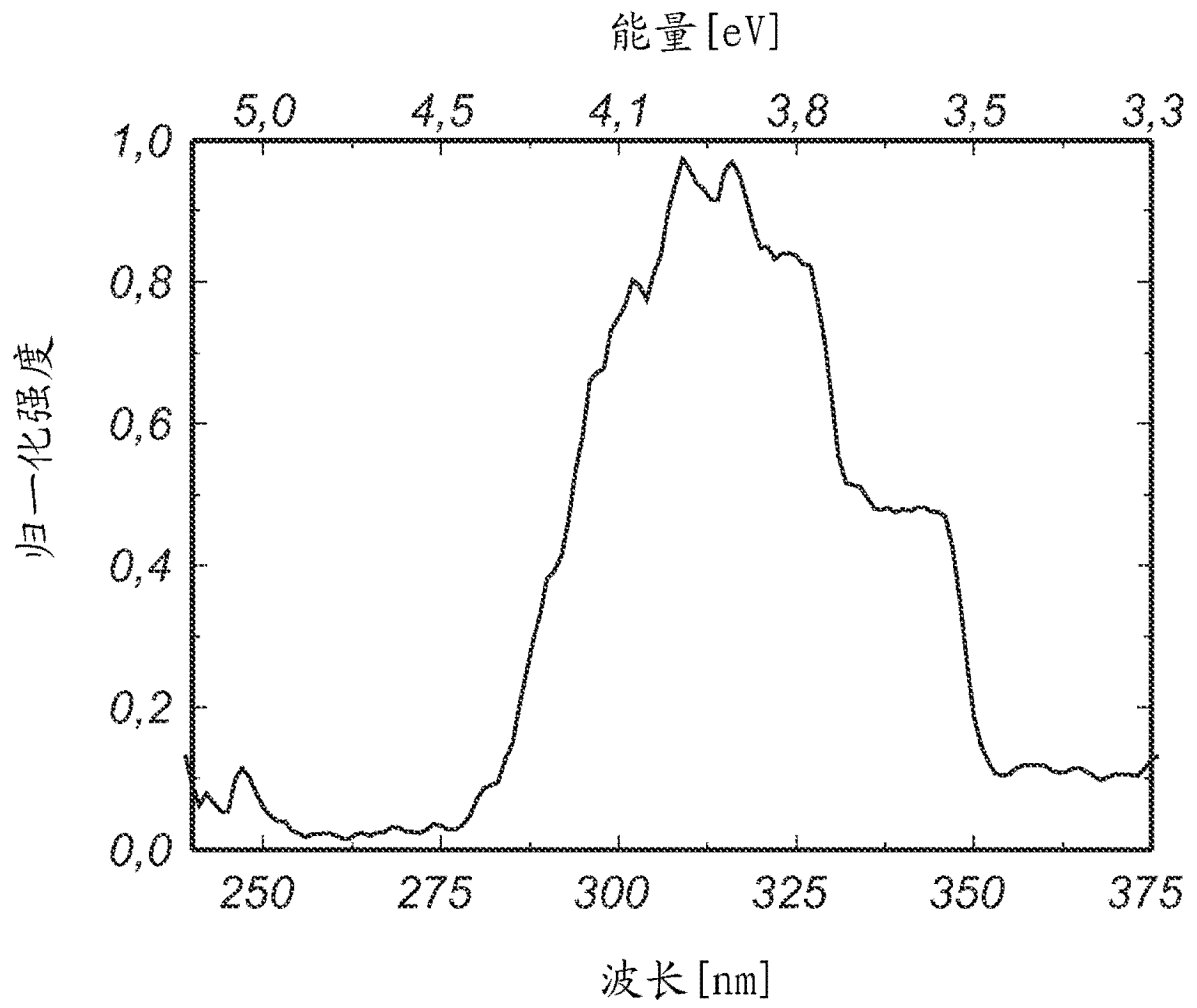


图 8c

范例 VI

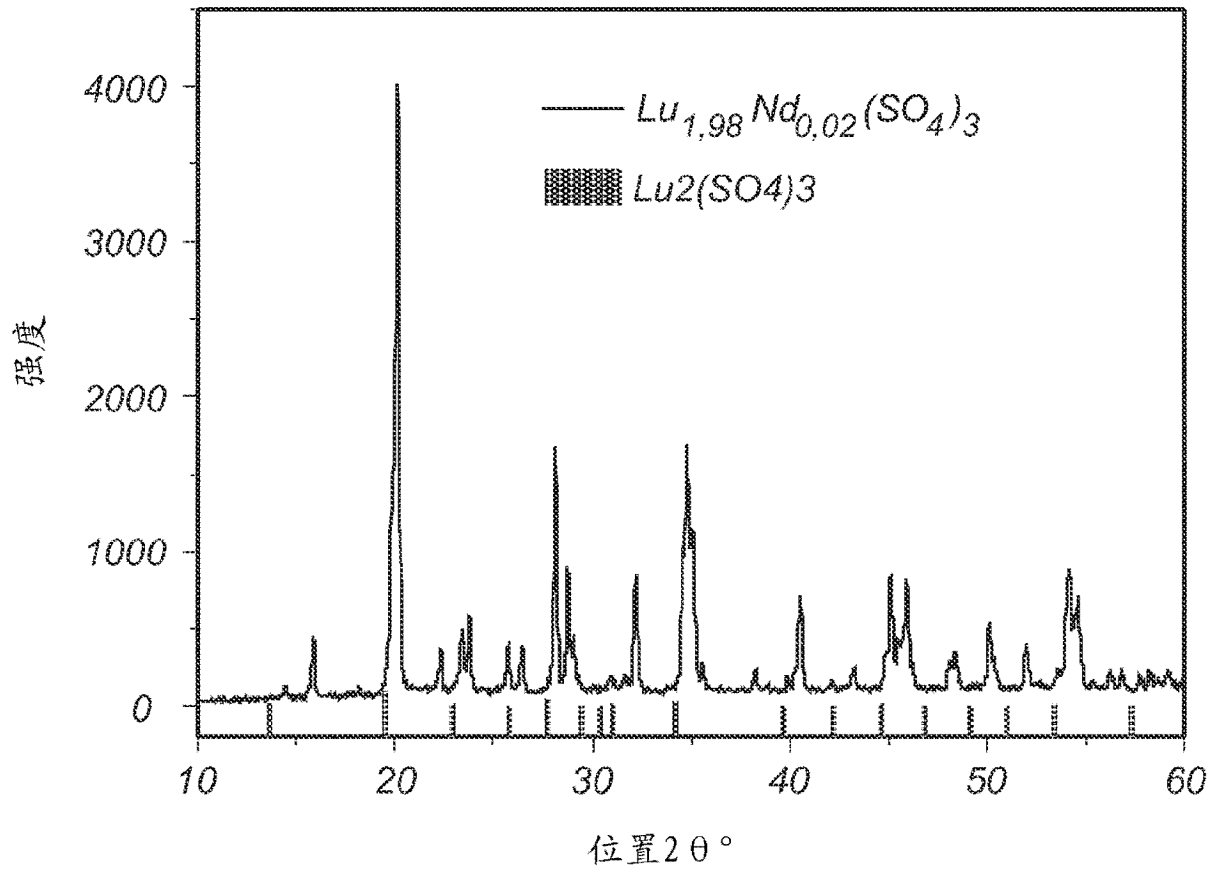
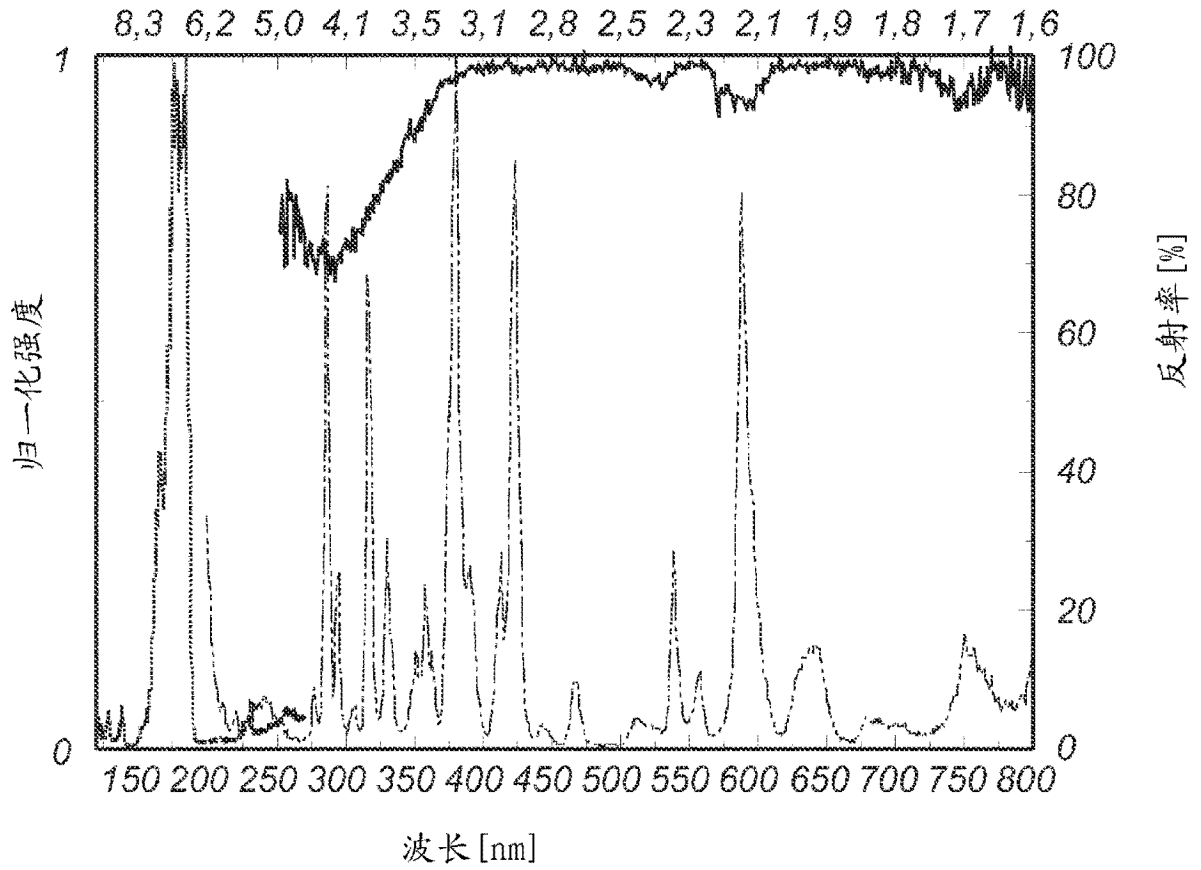


图 9a

范例 VI

能量[eV]



- 激发光谱
- · - · - 发射光谱
- 反射光谱

图 9b