

微波法合成红色荧光粉 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$

康明^{1,2}, 刘军¹, 孙蓉¹, 尹光福², 王兴明¹, 燕文清¹

1. 西南科技大学材料科学与工程学院, 四川 绵阳 621010

2. 四川大学材料科学与工程学院, 四川 成都 610065

摘要 采用微波法合成了红色荧光粉 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 。通过 SEM, XRD 和 PL-PLE 光谱等对样品的性能进行了表征和分析。同时, 研究了微波功率对样品发光性能的影响。结果表明: 样品在不同功率下会生成球霏石型的花片状、方解石型的立方体和文石型的针状等不同晶型的碳酸钙, 颗粒的分散性好。波谱分析说明, 掺杂 Eu^{3+} 作为发光中心进入到 CaCO_3 晶格中, 其激发光谱主要由 200~300 nm 的 $\text{Eu}^{3+}-\text{O}^{2-}$ 电荷迁移跃迁形成, 属于宽带激发, 在 319, 395, 465, 535 nm 等处有窄的激发峰出现。在发射光谱中, 由于磁偶极跃迁 ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_1$ 受到不同晶体场的作用而分裂为 593 和 589 nm 两个峰, 最强的发射峰为 614 nm, 对应于 Eu^{3+} 的电偶极跃迁 ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$, 属于纯正的红色发光。此外, 随着微波功率的提高, 基质的晶型逐渐由花片状的球霏石向针状的文石型过渡, 样品的红色发射强度也逐渐增强。

关键词 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$; 微波合成; 红色; 发光材料

中图分类号: O482.3 O614.2 **文献标识码**: A **DOI**: 10.3964/j.issn.1000-0593(2010)01-0225-05

引言

碳酸钙是一种非常重要的无机材料, 由于其具有成本低、化学和物理性质稳定等优点而被广泛应用于塑料、造纸、涂料和建筑等领域, 也为研发以碳酸钙为基质材料的稀土发光粉提供了很大的应用空间。近年来, 已经有方解石型蓝色荧光粉 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{2+}$, 方解石和球霏石型红色荧光粉 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 相关的研究报道^[1, 2]。由此说明, 不同晶型的碳酸钙可以作为发光粉的基质材料。然而, 目前对这方面的合成方法仅包括沉淀-高温固相法和沉淀-水热法。众所周知, 经过高温固相处理后的荧光粉容易团聚, 颗粒的均匀性差, 粒度较大, 而且耗能大; 水热法虽然有利于控制晶体的生长, 形貌和粒度大小^[3], 但是要求的条件较为苛刻, 安全性要求较高。相对而言, 微波法不仅具有反应速度快、时间短、结晶性好、分散性均匀、节能等优点^[4, 5], 而且操作简单, 设备性能要求也低。因此, 本文利用微波法合成不同晶型的 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 红色荧光粉, 并研究了微波功率对其发光强度的影响。

1 实验部分

1.1 样品的制备

实验以分析纯的 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和无水 Na_2CO_3 等为主要原料, 采用微波法直接合成 $\text{CaCO}_3 : 1.0 \text{ mol}\% \text{Eu}^{3+}$ 红色荧光粉。首先, 调节好微波炉的反应时间(35 min), 温度(60 °C)及功率, 再将一定量的 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 完全溶解到盛装去离子水(自制)的烧杯中, 配制成混合溶液; 然后, 将一定体积 Na_2CO_3 溶液($0.003 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)置于微波炉中, 再逐滴加入混合溶液, 得到白色沉淀; 将沉淀物经过滤、洗涤、干燥后, 即得样品。样品在 254 nm 的紫外灯照射下能发出红色荧光。其中, 样品 a~f 分别对应的微波功率为 100, 200, 300, 400, 500 和 600 W。

1.2 性能测试

利用日立 TM-1000 型扫描电子显微镜(SEM)对样品的形貌进行观察, 放大倍数为 5 000 倍; 采用日本理学公司生产 D/max-III B 型 X 射线衍射仪(XRD)对样品进行物相分析, 其管电压 35 kV, 管电流 60 mA, 扫描范围 $10^\circ \sim 80^\circ$, 步宽 $0.02^\circ/2\theta$, 扫描速度 $8^\circ/\text{min}$; 利用日立 F-4500 荧光光谱仪测试样品的激发和发射光谱(PL-PLE), 光源为 150 W 氙灯, 工作电压是 700 V, 激发和发射的狭缝均为 2.5 nm。

2 结果讨论

2.1 样品的形貌分析

收稿日期: 2008-10-06, 修订日期: 2009-01-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(10476024), 四川省重点实验室项目(08ZXXP10)和四川省科技厅项目(2006J13-059)资助

作者简介: 康明, 1965年生, 西南科技大学材料科学与工程学院教授 e-mail: kangm9690@163.com

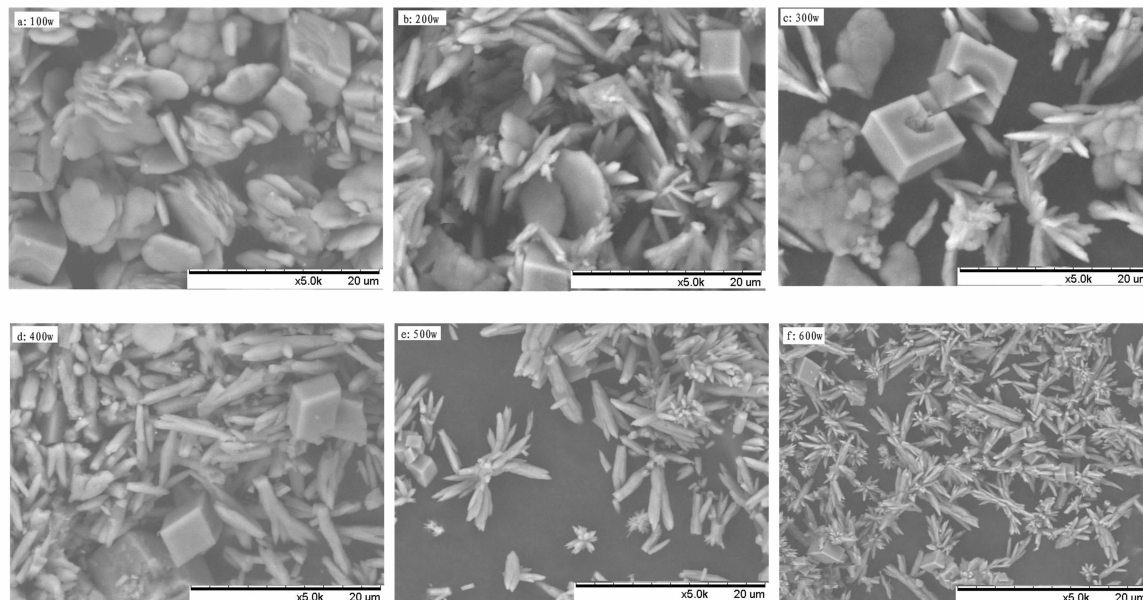


Fig. 1 SEM micrograph of samples

图 1 为在不同微波功率下, 样品的 SEM 照片。

由图 1 可知, 样品的晶粒清晰可见, 分散性很好。这是由于样品的合成是在水溶液中进行, 有效地阻止了颗粒之间的团聚, 同时, 由于微波加热速度快, 避免了在合成过程中晶粒的异常长大, 能够在短时间、低温下合成纯度高、结晶较好、晶形发育较完整、粒度细、分布均匀的材料^[6]。同时, 随着微波功率的不同, 样品的形貌也不同。在 100 W 时, 出现了花片状的层叠体和未完全长成的立方体结构; 从 200 W 开始, 而花片结构逐渐消失, 取而代之的是针状结构和逐渐完善的立方体结构; 当功率达到 500 和 600 W 时, 样品主要以针状和针状结合体结构存在。研究表明^[7], 花片、立方体和针状分别对应于球霏石型、方解石型和文石型碳酸钙。由此可见, 随着功率的升高, 样品的晶型逐渐由球霏石向文石型转变, 方解石型也逐渐减少。

2.2 样品的物相分析

为了进一步从物相上验证以上分析结果, 分别对样品 a ~f 进行 XRD 测试, 结果如图 2 所示。

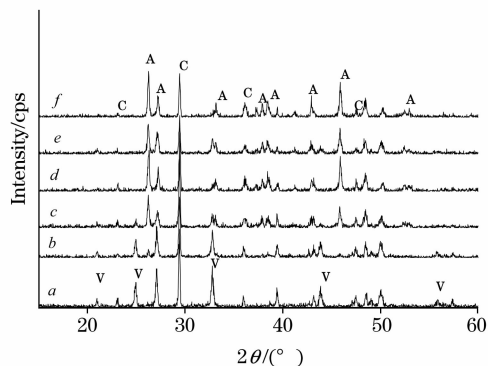


Fig. 2 X-ray diffraction pattern of samples

A: Aragonite; C: Calcite; V: Vaterite

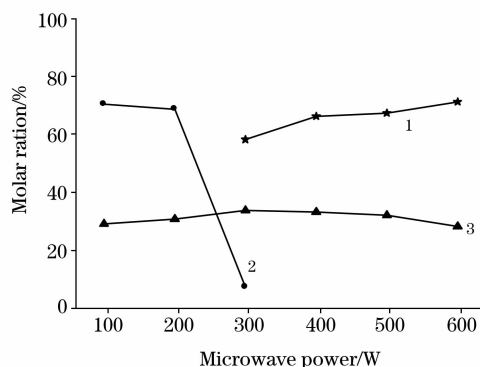


Fig. 3 Influence of microwave power on the molar percentage of crystal structure of $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$
1: Aragonite; 2: Vaterite; 3: Calcite

对比图 2 中的衍射峰位置与 JCPDS (球霏石, 33-0268; 方解石, 05-0586; 文石, 41-1475) 后发现, 样品由不同晶型的 CaCO_3 构成, 图上中标注 V, C 和 A 分别代表球霏石, 方解石和文石型碳酸钙。这说明微波法可以实现少量 Eu^{3+} 的均匀掺杂。从晶体稳定的角度看, 互相替代的离子或原子尺寸越接近, 越容易替代, 而 Eu^{3+} 和 Ca^{2+} 的离子半径分别为 0.095 和 0.099 nm, 所以当 CaCO_3 中掺杂 Eu^{3+} 时, Eu^{3+} 在很大程度上占据基质中 Ca^{2+} 的晶格位置。同时, 随着功率的升高, 球霏石型碳酸钙的衍射峰逐渐降低至消失, 而文石型碳酸钙的衍射峰出现并逐渐增强, 方解石型一直存在, 结果与 SEM 分析较为一致。由此也说明, 样品中碳酸钙晶型的含量是不等的。为了进一步分析其含量, 根据文献计算出不同碳酸钙晶型摩尔含量 (%)^[8], 结果如图 3 所示。由图 3 可知, 随着功率的提高, 球霏石相含量下降很快, 文石相含量却增加得很快, 而方解石相含量却先增加后逐渐降低。这是因为方解石型和文石型比球霏石型稳定, 随着功率的提高,

晶核的转化速率不断加快, 逐渐向较稳定的晶型转变。同时, 有效地阻止球霏石型向方解石型的转变。

2.3 荧光性能分析

图 4 和图 5 为样品的 PL-PLE 测试, 图 4 为样品在 614 nm 波长监控下的激发光谱图, 图 5(a) 和 (b) 分别为样品 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 在 395 和 270 nm 光激发下的发射光谱图。

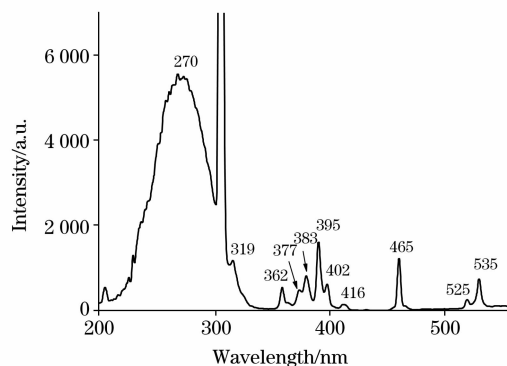


Fig. 4 Excitation spectrum of $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$

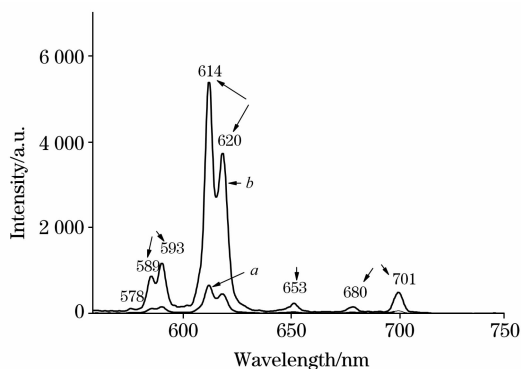


Fig. 5 Emission spectra of $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$

由图 4 可见, 激发光谱主要由一个较强的宽峰(200~300 nm)和属于 $\text{Eu}^{3+} f-f$ 跃迁的锐线峰组成。其中, 宽峰是由于 $\text{O}^{2-}-\text{Eu}^{3+}$ 的电荷迁移跃迁(CTB)所形成的, 即电子从配位体 O^{2-} 的 $2p$ 电子到 Eu^{3+} 的 $4f$ 空轨道的跃迁形成的。同时, 由于发光并不是激发的逆过程, 而是电子从电荷迁移态返回四周离子时将激发能交给 Eu^{3+} , 使 Eu^{3+} 跃迁到 $5D$ 态, 然后发光, 这是跃迁选择定则所允许的, 因此宽峰的高度也高^[9]。锐线峰由于 Eu^{3+} 的 $4f$ 电子受 $5s^2$ 和 $5p^6$ 电子的屏蔽, 使不同的 $4f^n$ 组态产生的跃迁受到晶体场的影响, 造成了此跃迁不容易发生, 强度也相对较低, 其中, 主要的激发谱线来源如图 4 所示, 均代表 Eu^{3+} 的 $4f-4f$ 内壳层的电子跃迁, 主峰为 395 nm(${}^7F_0 \rightarrow {}^5L_6$)。由此可见, 该荧光粉对紫外光有很好的吸收能力, 为发射储存能量。

比较图 5 中曲线 *a* 和 *b* 可知, 二者均由 578, 589, 593, 614, 620, 653, 680 和 701 nm 的窄带发射峰组成, 对应于 Eu^{3+} 离子的 ${}^5D_0 \sim {}^7D_J (J=0\sim 4)$ 的跃迁。其中以电偶极跃迁 ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ 跃迁为主, 分裂为二个峰, 其主峰位于 614 nm, 属于红色发光。由此可见, 发射光谱的形状与激发光谱的选择无关。这是因为不论对于 $\text{O}^{2-}-\text{Eu}^{3+}$ 还是 Eu^{3+} 本身对光的吸收, 结果都使激发能量存储在 Eu^{3+} 的激发态, 然后再回到

Eu^{3+} 基态, 所以发射跃迁是相同的。同时, 发射峰较窄, 部分发生分裂。这是因为 Eu^{3+} 离子中处于亚稳态的电子由于在 $5s$ 和 $5p$ 电子层的保护和屏蔽下进行跃迁, 受周围电场的干扰影响较小, 因此在形变时, 能级分裂成宽度较窄的副能级, 所以发出的荧光光谱较窄, 并且彼此分离。同时, 根据 XRD 分析可知, 样品为混合相的 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 组成, 所以磁偶极跃迁 ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ 受到不同晶体场的作用而分裂为两个峰, 分别在 593 和 589 nm 附近。 Eu^{3+} 主要占据非中心对称的格位。从结构上看^[10], 文石为斜方的, 空间群为 P_{6cn} , 每个单位晶胞有 4 个碳酸钙分子, 而 Ca^{2+} 处于不规则配体的多面体内; 方解石型是三方的, 空间群为 R_{3c} , 菱面体结构, CO_3^{2-} 离子是垂直排列成反平面, Ca^{2+} 占据 S_6 位置; 球霏石为六方, 空间群为 $P6_3/mmc$, 呈现斜方晶系, CO_3^{2-} 离子是平行排列, Ca^{2+} 具有 D_{3h} 对称性。而当 Eu^{3+} 取代任何晶型中 Ca^{2+} 位置时, Eu^{3+} 必然不会处于严格对称的格位。同时结合根据文献^[11, 12]和宇称选择定则可知, Eu^{3+} 会处于偏离或非严格对称中心的格位, 发射光谱以电偶极跃迁 ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ 为主。另外, 从晶格缺陷上看, 根据电荷匹配原理, 当 Eu^{3+} 取代 Ca^{2+} 时必然会产生钙空位(V''_{Ca})来补偿晶格中 Eu'_{Ca} 的负电荷^[13], 例如 $3\text{Ca}^{2+} \rightarrow 2\text{Eu}^{3+} + V''_{Ca}$ 。那么由于 Ca^{2+} 和 Eu^{3+} 体积的不同以及过多的空位将会造成晶格缺陷, 这样会使 Eu^{3+} 在晶格中对称性进一步降低, 有利于 ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ 跃迁发射。综上可知, 该荧光粉在紫外激发下可以获得较为纯正的红光, 有望在涂料和三基色中得到应用。

2.4 微波功率对发光性能的影响

图 6 为微波功率对样品 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 发光性能的影响(激发波长为 270 nm)。

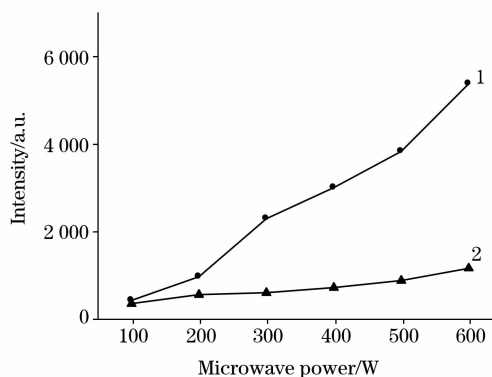


Fig. 6 PL spectra of red phosphors with different microwave power

1: 614 nm; 2: 592 nm

由图 6 可以看出, 随着微波功率的提高, 样品的发射强度呈增强的趋势, 其中 614 nm 的发光强度增加最快。一方面说明功率的提高有利于样品的红色发光, 另一方面说明 Eu^{3+} 离子在晶格中的对称性逐渐下降。产生这些结果的原因可以从 SEM 和 XRD 分析得到: 功率较低时, 样品主要以花片状的球霏石型存在, 而功率较高时, 以针状的文石型存在。从形貌分析可知, 花片状的外表面积比较大, 对光的散射作用较强, 而针状的外表面积小有利于对光的吸收; 同理, 针

状也比立方体型更容易对光的吸收。从结构上分析, Eu^{3+} 在文石型的对称性(无准确对称位置)明显高于球霏石型的对称性(D_{3h})或在方解石型的对称性(S_6), 这样更有利于 Eu^{3+} 的 $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ 跃迁。另外, 微波功率越高样品的结晶度越好, 晶粒比较完善, 表面也比较光滑, 有利于样品发光强度的提高^[14]。综上可知, 微波功率的提高以及针状文石型碳酸钙的出现有利于样品发光强度的提高。

3 结 论

(1) 微波法可以直接合成具有不同形貌(花片状, 立方体和针状)、不同晶型(球霏石, 方解石型和文石型)和分散性较好的 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 红色荧光粉。样品 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 的

激发光谱由 200~300 nm 的宽带和 300~750 nm 的锐线峰组成; 发射光谱由 Eu^{3+} 的 $^5D_0 \sim ^7F_J (J=0\sim4)$ 的跃迁形成。其中, 以电偶极跃迁 $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ 为主, 最大发射峰位于 614 nm, 属于红色发光。

(2) 通过研究微波功率对 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 发光性能的影响, 表明功率的提高有利于样品发光强度的改善, 这是因为样品的形貌和晶型的不同所造成的, 其中针状文石型碳酸钙对样品发光强度的提高最为有利。

(3) 在水溶液下, 直接采用微波法合成 $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 红色荧光粉, 其操作简单, 反应时间短; 样品不需要进一步的处理就可以直接应用, 遇水干燥后还可以继续使用; 颗粒无团聚现象, 特别是在 614 nm 处的发射强度最好, 属于纯的红色发光, 有望在涂料和三基色中得到应用。

参 考 文 献

- [1] Li W M, Hanninen T, Leskela M, et al. *Journal of Alloys and Compounds*, 2001, 323-324: 236.
- [2] PAN Yue-xiao, WU Ming-mei, SU Qiang. *Materials Research Bulletin*, 2003, 38(9-10): 1537.
- [3] CHEN Li-miao, LIU You-nian, HUANG Ke-long. *Materials Research Bulletin*, 2006, 41(1): 158.
- [4] Ryu J H, Koo Sang-mo, Yoon Jong-won, et al. *Materials Letters*, 2006, 60(13-14): 1702.
- [5] ZHANG Ping, XU Ming-xia, ZHENG Zhen-tai, et al. *Materials Science and Engineering B*, 2007, 136(2-3): 159.
- [6] ZHAI Yong-qing, LIU Yuan-hong, LI Chang-e, et al(翟永清, 刘元红, 李常娥, 等). *Rare Metal Materials and Engineering(稀有金属材料与工程)*, 2007, 36(9): 1657.
- [7] Cefalas A C, Kobe S, Drazic G, et al. *Applied Surface Science*, 2008, 254(21): 6715.
- [8] Kontoyannis C G, Vagenas N V. *Analyst*, 2000, 125: 251.
- [9] FANG Rong-chuan(方容川). *Solid State Spectroscopy(固体光谱学)*. Hefei: The Publishing Company of China University of Science and Technology(合肥: 中国科学技术大学出版社), 2001. 135.
- [10] Behrens G, Kuhn L T, Ubc R, et al. *Spectroscopy Letters*, 1995, 28(6): 983.
- [11] ZHAI Yong-qing, YANG Guo-zhong, LIU Yu, et al(翟永清, 杨国忠, 刘宇, 等). *Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析)*, 2008, 28(3): 522.
- [12] GAO Xiao-rui, LEI Li-xu, LÜ Chang-gui, et al. *Journal of Solid State Chemistry*, 2008, 181(8): 1776.
- [13] WANG Yu-hua, GAO Hui. *Journal of Solid State Chemistry*, 2006, 179(6): 1870.
- [14] LIU Gui-xia, HONG Guang-yan, WANG Jin-xian, et al. *Journal of Alloys and Compounds*, 2007, 432(1-2): 200.

Synthesis of the $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ Red Phosphor by Microwave Method

KANG Ming^{1,2}, LIU Jun¹, SUN Rong¹, YIN Guang-fu², WANG Xing-ming¹, YAN Wen-qing¹

1. College of Materials Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China

2. School of Materials Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China

Abstract The red phosphor of CaCO_3 doped with Eu^{3+} was synthesized with the microwave method in the aqueous solution and characterized with electron microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD), and photoluminescence and photoluminescence excitation (PL-PL) spectrum. Also under investigation was the influence of microwave power on luminescence properties. The results showed that the synthesized $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$ particles were the mixture of various particles in the forms of vaterite with flower-flake, calcite with cubic shape and aragonite with needle-like, which were evenly dispersed. The Eu^{3+} ion as the luminescent center inhabited the site of Ca^{2+} in mixed phases of $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$. This feature was mainly characterized by the intense charge transfer band range from 200 to 300 nm in the PLE spectrum, which was the wide band excitation. Moreover, the narrow excitation peaks at 319, 395, 465, 535 nm and so on could be detected in the PLE spectrum. For the mixed phase, the magnetic-dipole transition 5D_0 to 7F_1 emission was split into two sublevels at about 589 and 593 nm by the crystal field. The mainly emission peaks were located in the vicinity of 614 and 620 nm, corresponding to the electric dipole transition $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ of Eu^{3+} ions that was the pure red emission. Moreover, with the improvement of the microwave power, the emission intensity was on rise for

the morphology and phase of the sample changed from the flower-flake vaterite to the needle-like aragonite, coupled with the intensity of red light emission.

Keywords $\text{CaCO}_3 : \text{Eu}^{3+}$; Microwave synthesis; Red; Luminescence material

(Received Oct. 10, 2008; accepted Jan. 20, 2009)

《光谱学与光谱分析》投稿简则

《光谱学与光谱分析》是由中国科协主管,中国光学学会主办,钢铁研究总院、中国科学院物理研究所、北京大学、清华大学共同承办的专业学术期刊。国内外公开发行人,从 2004 年起为月刊,大 16 开本,2010 年仍为月刊,每期 288 页。《光谱学与光谱分析》主要报道我国光谱学与光谱分析领域内具有创新性科研成果,及时反映国内外光谱学与光谱分析的进展和动态;发现并培育人才;推动和促进光谱学与光谱分析的发展。为科教兴国服务。读者对象为从事光谱学与光谱分析的科研人员、教学人员、分析测试人员和科研管理干部。

栏目设置和要求

1. 研究报告 要求具有创新性的研究成果,一般文章以 8000 字(包括图表、参考文献、作者姓名、单位和中文、英文摘要,下同)为宜。
2. 研究简报 要求在前人研究的基础上有重大改进或阶段性研究成果,一般不超过 5000 字。
3. 评述与进展 要求评述国内外本专业的发展前沿和进展动态,一般不超过 10000 字。
4. 新仪器装置 要求介绍新型光谱仪器的研制、开发、使用性能和应用,一般不超过 5000 字。
5. 来稿摘登 要求测试手段及方法有改进并有应用交流价值,一般以 3000~4000 字为宜。

稿件要求

1. 投稿者请经本刊编委(或历届编委)一人或本专业知名专家推荐,并附单位保密审查意见及作者署名顺序,主要作者介绍。文章有重大经济效益或有创新者,请说明,同时注明受国家级基金或国家自然科学基金资助情况。
2. 来稿要观点明确、数据真实可靠、层次分明、言简意明、重点突出。来稿必须是网上在线投稿(含各种符号和外文字母大写、小写、正体、斜体;希腊字母、拉丁字母;上角、下角标位置应标清楚)。中文摘要以 300 字为宜,英文摘要以 2000 字符(相当于 300 个英文单词)为宜;另附关键词。要求来稿应达到“齐、清、定”,中文、英文文字通顺,方可接受送审。
3. 为了进一步统一和完善投稿方式、缩短论文发表周期,本刊在 2007 年 7 月 1 日以后,不再接收以邮寄方式或 e-mail 方式的投稿,只收网上在线投稿。严禁“一稿两投”、“一稿多投”,一经发现,取消三年投稿资格。
4. 文中插图要求完整,图中坐标、线条、单位、符号、图注等应标注准确、完整。图幅大小:单栏图 7.5cm(宽)×6cm(高);双栏图:14cm(宽)×6cm(高);图中数字、图题、表题全部用中文、英文对照,图中数字、中文、英文全用 6 号字(另请备一份合格的图附在文章的后边)。
5. 文中出现的单位必须按“中华人民共和国计量标准”及有关 GB 标准规定缮写。物理量符号一律用斜体,单位符号和词头用正体字母。
6. 名词术语,请参照全国科学技术名词规定缮写。
7. 参考文献,采用顺序编码制,只列主要文献;以 15~20 条为宜。内部资料、私人通讯、未经公开发表的一律不能引用。日文、俄文等非英文文献,请用英文表述;中文文献和中文图书采用中、英文对照表述,文献缮写格式请参照本刊。
8. 请在投稿第一页左下角写明投稿联系人的电话和两个 e-mail,以便及时联系。

稿件处理

1. 自收到稿件之日起,一个月内作者会收到编辑部的稿件处理意见。请根据录用通知中所提出的要求认真修改,希望修改稿在 30 天内寄回编辑部,并作为作者最终定稿(当作者接到校样时,以此修改稿为准进行校对,请勿再做大的改动),若二个月内编辑部没收到修改稿,将视为自行撤稿处理。
2. 有重大创新并有基金资助者可优先发表;不录用的稿件,编辑部将尽快通知作者,底稿一律不退,请自留底稿。
3. 来稿一经发表将酌致稿酬并送样刊两本,本人文章两份抽页。
4. 遵照“中华人民共和国著作权法”,投稿作者须明确表示,该文版权(含各种媒体的版权)授权给光谱学与光谱分析期刊社。国内外各大文献检索系统摘录本刊刊出的论文;凡不同意被检索刊物无稿酬摘引者,请在投稿时事先声明,否则,本刊一律认为已获作者授权认可。
5. 修改稿请寄:100081 北京市海淀区魏公村学院南路 76 号,光谱学与光谱分析期刊社
电话:010-62182998 或 62181070 传真:010-62181070
e-mail: chngpxygpfx@vip.sina.com; 修改稿专用邮箱: gp2008@vip.sina.com 网址: http://www.gpxygpfx.com