

一种非接触式稀土荧光自参比温度传感器

黄彦捷¹, 关妍^{2*}, 柯灿², 周瑾艳¹, 黄梓宸¹, 黄振宇¹, 张向¹

1. 广东省计量科学研究院, 广东 广州 510405

2. 北京大学化学与分子工程学院, 北京 100871

摘要 发展了一种非接触式稀土荧光自参比温度传感器, 即将有机稀土配合物 $K[Yb(Az)_4]$ 包埋在苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物中, 并附着在洁净的石英片上制备得到了温度传感薄膜 $Yb@PSMM$ 。通过研究不同温度下 Yb^{3+} 的荧光发射光谱, 利用其在近红外波段荧光性质随温度变化的规律, 开发了一种比率型稀土荧光温度传感方法, 其原理是通过不同温度下 Yb^{3+} 的荧光发射光谱的形状随温度的变化, 结合在不同温度下 Yb^{3+} 的核外电子在外层 Stark 劈裂亚能级上的分布符合 Boltzmann 分布律的特点, 利用其近红外荧光发射光谱中 900 nm~990 nm 波长范围内与 990~1150 nm 波长范围内的积分峰面积比的自然对数与温度的倒数呈现的线性关系作为温度测量的标准曲线, 实现了-195~105 °C 范围内的温度精确测量。经考察, 该发光温度传感器在 0 °C 附近的温度测量分辨率达到了 0.1 °C。与已报道的发光温度传感器相比, 提出的新型温度传感器具有如下几个优势: 其一, 所选用的发光材料的 Stokes 位移大于 500 nm, 有效地避免了环境背景干扰; 其二, 由于采用荧光积分峰面积而非荧光强度作为考察对象, 大大减小了测量中由于仪器或测量次数较少引入的随机误差; 其三, 采用同一发光材料的荧光发射光谱中两个荧光峰面积的比值, 相当于在体系中引入了自参比, 有效避免了由于荧光材料的浓度、几何构型以及光源强度等外界因素变化对测量结果产生的影响; 其四, 利用稀土发光材料作为温度传感材料, 可以利用其荧光寿命长、单色性好、强度高的特点; 其五, 温度传感膜本身不溶于水, 也不在水中扩散, 便于直接测量原位温度变化; 其六, Yb^{3+} 的发光位于 900~1150 nm 的近红外波长范围, 而这个波段的荧光具有较好的穿透性使得该温度传感器有望在复杂体系的温度传感、成像等领域发挥重要作用。在实际测量的装置中, 通过调整光路使得辐照在样品上的入射光斑大小仅约为 1 mm², 并将 $Yb@PSMM$ 固体膜样品的放置方向与入射激发光的夹角设置为 225°, 从而规避了入射光源的反射光对检测器的影响, 而具有较好穿透能力的近红外荧光几乎不受影响, 从而进一步确保了该温度传感器的测量结果。

关键词 荧光; 温度传感; 稀土化合物; 近红外; 自参比

中图分类号: O433.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2019)05-1483-06

引言

温度这一物理量与科学研究、生产生活以及各项生理过程密切相关。目前用于温度测量的手段和仪器有很多, 根据测量原理的不同, 测量温度的传感器(测温仪)主要可分为以下三类: (1)传统的封装液体型温度计, 其原理是液体热胀冷缩的性质; (2)利用塞贝克效应的热电偶型温度传感器; (3)光学温度传感器^[1-2]。而液体型温度计、热电偶测温传感器存在一些缺点, 如在一些苛刻或腐蚀性的环境中很难被应

用; 同时这类接触式的温度计需要样品和传感器之间具有较高的热交换速率, 从而能够快速达到平衡, 但在一些微小样品测试中特别是当被测样品的体积小于热电偶的探头时, 温度测量结果的准确性就会受到影响。

荧光温度计具有许多传统温度计所不具备的特点, 包括响应快速, 非接触式测量, 空间分辨率高^[3]等, 因而在活细胞及活体的生物分析^[4-5]、空气动力学研究^[6]、光电功能体系研究及食品货物的包装涂层^[7]的温度监测等领域有着广泛的应用, 尤其是当体系的空间分辨率位于毫米甚至微米级别时, 例如微流体或细胞等, 此时传统温度传感器将很难进行

收稿日期: 2018-04-04, 修订日期: 2018-09-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(21204001), 广东省质量技术监督局科技项目(2014ZPJ01, 2018ZJ02)资助

作者简介: 黄彦捷, 1990年生, 广东省计量科学研究院工程师 e-mail: yjhuang@scm.com.cn

* 通讯联系人 e-mail: yanguan@pku.edu.cn

测量,而基于荧光技术的荧光温度传感器正是突破这一瓶颈的有效手段。

事实上,几乎所有荧光分子和材料都具有温度响应的发光性质,这是由于 Boltzmann 分布和材料的能级结构是温度的函数决定的。荧光分子周围环境温度的改变会影响荧光分子的荧光强度、荧光寿命以及荧光光谱特征峰的形状和位置。这些性质使得荧光材料能够成为潜在的光学温度传感器的敏感材料^[8-9]。荧光传感器的设计通常基于荧光材料明显的温度敏感性。另一方面,大部分荧光温度传感器利用的是紫外-可见光波段的光激发样品,所采用的材料在激发后发出的光大部分位于可见光波段,但紫外光对生物组织的损伤较大及紫外-可见光对于生物组织的穿透性较差,这都极大地限制了这类传感器在生物体系分析中的应用。因此,发展一种近红外波段发光的荧光温度传感器就显得尤为重要^[10]。

在众多发光材料中,由于稀土荧光材料中的稀土离子荧光寿命长、斯托克斯位移大、荧光单色性好、荧光强度高的优势而备受青睐。镱离子(Yb^{3+})的荧光位于 977 nm 附近,与其他荧光温度传感材料相比,具有许多不可比拟的优势^[11]。本文将有机稀土配合物 $\text{K}[\text{Yb}(\text{Az})_4]$ (Az: 二乙基 2-羟基-1,3-萘二羧酸酯)包埋在苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物中,制备得到了一种薄膜温度传感器,利用不同温度下 $\text{K}[\text{Yb}(\text{Az})_4]$ 的荧光性质,建立起荧光峰面积比与温度之间的响应关系,从而实现较为精确的温度测量。

1 基本原理

Yb^{3+} 的 4f 电子排布较为特殊,仅存在一个 $^2F_{5/2}$ 激发态可发生辐射跃迁,并且只有一种可能的 $f-f$ 跃迁方式($^2F_{5/2} \rightarrow ^2F_{7/2}$)。 Yb^{3+} 化合物的荧光对应于发生 $f \rightarrow f$ 跃迁发光,特征荧光峰的位置在 900~1 150 nm 之间。由于外界晶体的作用, Yb^{3+} 的 $^2F_{5/2}$ 和 $^2F_{7/2}$ 能级会发生 Stark 劈裂。基态 $^2F_{7/2}$ 能级劈裂为 4 个亚能级,激发态 $^2F_{5/2}$ 也劈裂为 3 个亚能级,具体能级分裂及相应跃迁如图 1 所示。

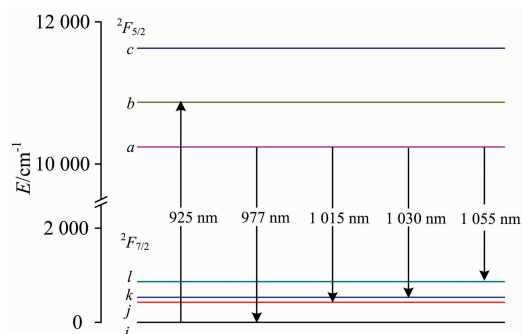


图 1 Yb^{3+} 化合物的能级分裂及其相应跃迁

Fig. 1 Energy levels and transitions of Yb^{3+} complex

对于一个包含宏观粒子总数为 N 、环境温度为 T 的研究体系,粒子在特定温度下的分布符合 Boltzmann 分布律:若能级 i 的简并度为 g_i ,则系统的 N 个粒子中,在该能级上的

粒子布居数 n_i 正比于 g_i 与玻尔兹曼因子 $e^{-\epsilon_i/kT}$ 的乘积,其中 k 为 Boltzmann 常数, e 为自然常数。

$$n_i = N \frac{g_i e^{-\epsilon_i/kT}}{\sum_j g_j e^{-\epsilon_j/kT}} \quad (1)$$

任意两个能级间,若能级差 $\epsilon = \epsilon_i - \epsilon_j$, 则

$$\frac{n_i}{n_j} = \frac{g_i e^{-\epsilon_i/kT}}{g_j e^{-\epsilon_j/kT}} = \frac{g_i}{g_j} e^{-\epsilon/kT} \quad (2)$$

对于 Yb^{3+} 的 Stark 分裂的亚能级, $g_i = g_j$, 则

$$\frac{n_i}{n_j} = e^{-\epsilon/kT} \quad (3)$$

$$\ln \frac{n_i}{n_j} = -\frac{\epsilon}{k} \frac{1}{T} \quad (4)$$

其中 \ln 为自然对数。另外如果一个荧光分子中具有两个或两个以上光发射能力的能级,或是多个可发生能量传递的荧光分子,其荧光强度 I 与该能级上的电子布居数 n 及跃迁几率 K 呈正比关系

$$I = Kn \quad (5)$$

则有

$$\ln \frac{n_i}{n_j} = \ln \frac{I_i}{I_j} - \ln \frac{K_i}{K_j} \quad (6)$$

联立式(4)及式(6),可以得到如下关系

$$\ln \frac{I_i}{I_j} = -\frac{\epsilon}{k} \frac{1}{T} + \ln \frac{K_i}{K_j} \quad (7)$$

式(7)为 $\frac{1}{T}$ 对 $\ln \frac{I_i}{I_j}$ 一次函数形式,其斜率为 $-\frac{\epsilon}{k}$, 截距

为 $\ln \frac{K_i}{K_j}$ 。利用这一直线关系,即可实现在一定温度范围内利用荧光方法进行温度测量。

传感器制备:化合物 $\text{K}[\text{Yb}(\text{Az})_4]$ 由两步法合成得到^[12]。将 1.0 mg $\text{K}[\text{Yb}(\text{Az})_4]$, 9 mg 苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物溶解在 15 mL 乙腈中,混合均匀后滴涂在尺寸为 1.2 cm × 1.7 cm × 0.1 cm 的清洁石英片上。待溶剂挥发后,在真空干燥箱中保持 40 °C 干燥 24 h 后得到将 $\text{K}[\text{Yb}(\text{Az})_4]$ 包覆在苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物中的薄膜温度传感器(以下简称: Yb@PSMM)。根据石英片的增重及高分子密度可估算出该高分子膜的厚度约为 1.2 μm ,具体制备路线如图 2 所示。由于温度传感膜本身不溶于水,也不在水中扩散,因而可以作为固体发光材料,有利于直接测量分析潮湿环境或水溶液中的原位温度变化。

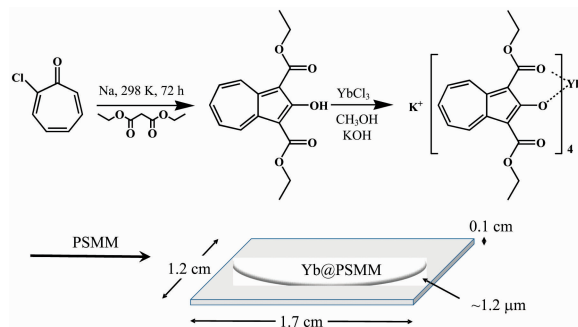


图 2 Yb@PSMM 的制备路线

Fig. 2 Preparation of Yb@PSMM

测量装置：利用上述荧光温度传感器及相应温度检测方法，本文采用了如图 3 所示检测系统。

实验中选取 450 W 氙灯经第一单色器及滤光片后产生 450 nm 激发光或直接使用波长为 450nm 的 LED 光源作为激发光光源；温度控制系统通过包含电热丝加热及液氮冷却的温度控制系统(已经过精确校准)调节温度；利用第二单色器及滤光片汇聚荧光发射光，并在铟镓砷阵列检测器处收集。值得一提的是，Yb@PSMM 固体膜样品的放置方向如图 3 所示，与入射光夹角约为 225°，使得反射光完全不进入检测光路，而产生的荧光却能够穿透样品进入检测光路收集。辐照在样品上的入射光斑大小约为 1 mm²。

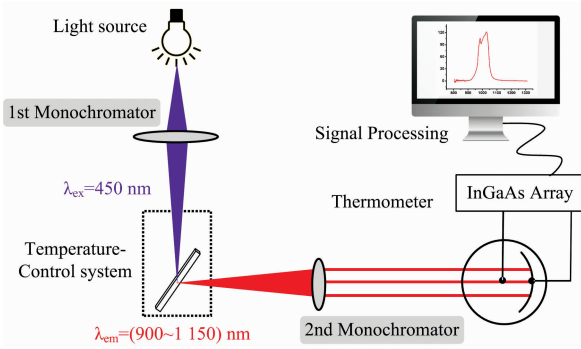


图 3 温度测量装置原理图
Fig. 3 The experiment device schematic diagram

对于未知温度测定时，通过采集荧光光谱，利用相应荧光数据处理软件(Origin 9.0 等)，结合温度测定标准曲线，即可实现从荧光信号到温度信号的转换。具体使用的荧光光谱仪为 HORIBA JOBIN YVON 公司的 Nanolog 荧光仪，温度控制系统为经过温度校准的 Oxford 公司的 OptistatDN2 液氮低温恒温器(控温范围 77~500 K，测温精度 0.01 K)。在上述装置中，利用了激发光和荧光发射光在空气中传递的荧光信号实现温度的测量。由于荧光并不改变样品的物理、化学性质，因此该传感器是一种优秀的无损型非接触式稀土荧光自参比温度传感膜体系。

2 温度传感器中 Yb³⁺ 的荧光光谱及温度变化规律

图 4 是 Yb@PSMM 的紫外可见吸收光谱，从图中可以看出，Yb@PSMM 的最大吸收峰位于 330 nm 的紫外光区，在 450 nm 附近的可见光区也有一个较弱的吸收峰。因此可以通过可见光激发 Yb@PSMM 发出特征荧光。

图 5 是不同温度下 Yb@PSMM 中 Yb³⁺ 的发射光谱，由于实验中采用液氮降温，温度控制下限为 -196 °C；而在高温时测温体系中的 K[Yb(Az)₄] 及苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物(沸点：145.2 °C)容易热分解，因而利用 Yb@PSMM 测量温度变化的区间选取为 -195~105 °C。室温下，经测试 Yb@PSMM 的荧光量子产率约为 1.6%。从发射光谱的形状中可以观察到，在 450 nm 的入射光激发下 Yb@PSMM 除了表现出 Yb³⁺ 位于 977 nm 附近的 ²F_{5/2} → ²F_{7/2} 特征跃迁发射

峰，还在 1 030 nm 附近出现了明显的发射峰，这个现象在许多已报道的 Yb³⁺ 配合物中均能观察到，一般认为这是由配位场效应导致的基态或者是激发态的分裂所引起的^[13]。同时，该发光材料高达 527 nm 的 Stokes 位移也可以有效地避免环境背景及入射杂散光对测量结果的干扰。

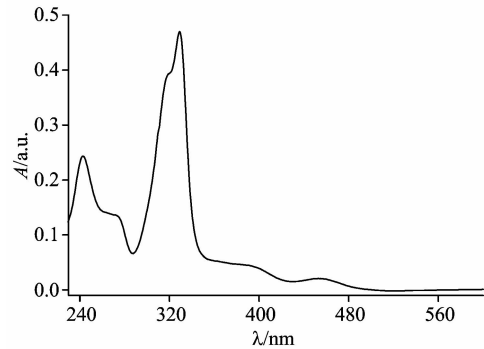


图 4 Yb@PSMM 的紫外可见吸收光谱
Fig. 4 UV-Vis absorption spectra of Yb@PSMM

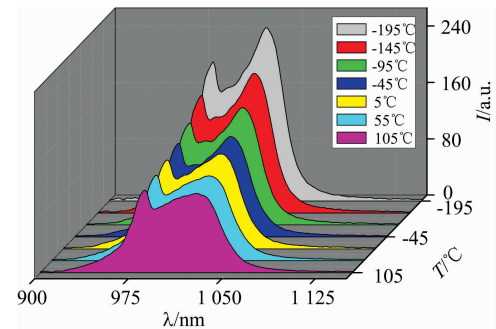


图 5 不同温度下 Yb@PSMM 的荧光发射光谱
($2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\lambda_{\text{ex}} = 450 \text{ nm}$)

Fig. 5 Fluorescence emission spectra of Yb@PSMM under different temperature ($2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\lambda_{\text{ex}} = 450 \text{ nm}$)

与此同时，Yb³⁺ 发射光谱的强度随着温度的升高而逐步降低。其中位于 900 nm~990 nm 波段的发射峰为 ²F_{5/2}^X → ²F_{7/2}ⁱ (X=a, b, c, 见图 1) 的跃迁荧光可用荧光光谱中相应波长范围内的积分峰面积 I_{900~990} 表示；990~1 150 nm 波段的发射峰为 ²F_{5/2}^Y → ²F_{7/2}^j (Y=j, k, l, 见图 1) 的跃迁发光可用荧光光谱中相应波长范围内的积分峰面积 I_{990~1150} 表示。利用荧光光谱中 900~990 nm 波长范围内的积分峰面积 (I_{900~990}) 与 990~1 150 nm 波长范围内的积分峰面积 (I_{990~1150}) 比的自然对数与温度(绝对温标)的倒数作图，得到了相关系数为 0.998 的线性关系，其斜率为 -136.68 K⁻¹，截距为 -0.35(图 6)。该线性关系可作为 -195~105 °C 范围内的荧光温度测量标准曲线，实现精确的温度测量。

为了确定该温度传感体系的测温准确度，本文采用精确校准的温度控制系统进行标定实验，用温度控制系统调节样品架上 Yb@PSMM 的温度，当达到某一事先指定温度时保持恒温，用测温系统的读数作为标准温度，并利用荧光法读取测试温度。表 1 所示为温度标定实验所得的测量温度与标

准温度值, 拟合上述数据得到线性相关系数为 0.999。由于读取荧光强度信号中存在着一一定的噪声, 因此利用其测量温度时要充分考虑相应仪器的信噪比。本文采用的荧光法光谱仪进行温度测量时, 根据仪器光谱分辨率及信噪比, 测得在 0 °C 附近 Yb@PSMM 的测温分辨率为 0.1 °C (图 7)。

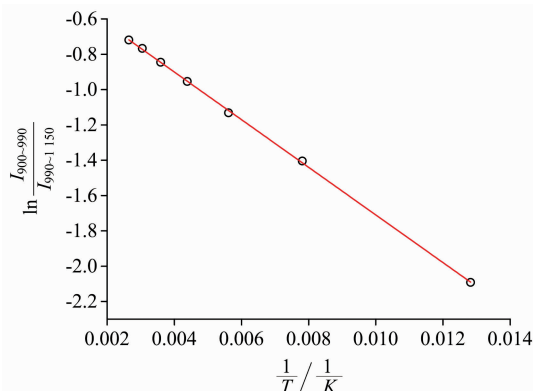


图 6 荧光峰积分面积比的对数对温度的倒数之间的响应

Fig. 6 The responses of the ratio of fluorescence peak areas versus $1/T$

表 1 标定实验测试结果

Table 1 Consequences of calibration tests

Standard temperature /°C	Measured temperature /°C	Standard temperature /°C	Measured temperature /°C
-175.0	-175.1	-25.0	-25.0
-150.0	-149.9	0.0	0.0
-125.0	-125.1	25.0	24.9
-100.0	-100.1	50.0	50.1
-75.0	-74.9	75.0	74.9
-50.0	-50.0	100.0	99.9

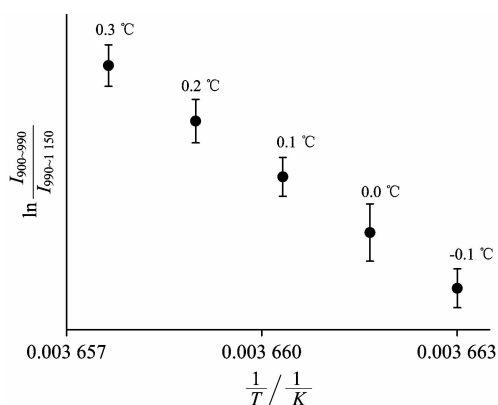


图 7 Yb@PSMM 在 0 °C 附近的温度分辨率

Fig. 7 The temperature resolution of Yb@PSMM around 0 °C

同时为了考察该温度传感体系的测温稳定性及数据重复性, 首先通过温度控制系统将样品温度设定为 0.0 °C, 利用

荧光强度比在标准曲线上读取测定体系温度。1 h 后, 将体系温度设定为 -100.0 °C, 缓慢降温防止传感膜冻裂, 再次测定体系温度。1 h 后, 再次将体系温度设定为 0.0 °C。重复上述实验 10 次, 结果如图 8 所示。在实验中, 0.0 °C 及 -100.0 °C 分别读取了 10 组温度值, 与标准温度值相比, 测试温度标准偏差不超过 0.2 °C, 并且在 20 h 的时间内经历 10 次实验测试, 该体系均能够较好地读取温度值, 说明该荧光温度传感器具有较好的数据重复性及测温稳定性。

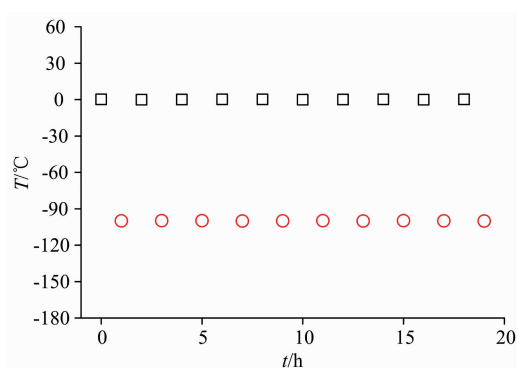


图 8 测温稳定性及数据重复性考察

Fig. 8 Stability and repeatability experiment

与此同时, 由于近红外波段的荧光具有较好的穿透深度, 因此即使是在荧光出射光处(图 3 第二单色器前)加入厚度约为 1 mm, 浓度为 1% 的脂肪乳溶液(呈现白色均质状态, 用于模拟生物组织), Yb@PSMM 的荧光信号也可以穿透其干扰, 在检测器处收集到完整的荧光信号用于温度测试, 同样也能呈现出类似于图 8 的测温稳定性及数据重复性。

与已报道的温度传感器相比^[1], 本文提出的非接触式稀土荧光自参比温度传感器 Yb@PSMM 的温度测量精度可能不如一些热电偶型的温度传感器, 但是更适用于一些微小区域或极端条件下的温度测量, 如真空条件或含有酸碱的溶液中。而与已报道的荧光温度传感器相比, Yb@PSMM 可达 0.1 °C 的测温精度以及横跨 300 °C 的测温范围是十分罕见的。利用荧光光谱中的积分峰面积作为考察对象, 避免了由于仪器或测量次数较少引入的偶然误差。与此同时, 温度的度量是基于 Yb³⁺ 的同一发射光谱中不同波长范围的荧光峰面积之比而进行的, 相当于体系内引入了一个自参比, 避免了由于组分分布不均匀、浓度改变、几何构型变化以及光源强度变化而导致测量误差的问题, 因而具有较高的温度探测灵敏度和温度分辨率。

3 结论

发展了一种非接触式稀土荧光自参比温度传感器 Yb@PSMM, 利用 Yb@PSMM 中 Yb³⁺ 的荧光发射谱中在 900~990 nm 波段范围内的荧光积分峰面积与在 990~1 150 nm 波段范围内的荧光积分峰面积之比的对数值作为温度测量的参量, 利用其与温度的倒数之间呈现 Boltzmann 型线性关系, 提供了一种可在 (-195~105) °C 温度范围内工作且具有

优良温度检测精度的荧光温度传感器。由于测量中光学探测仪器不需要与样品直接接触,且荧光手段本身具有无损性,因此是一种在复杂体系的温度传感、成像等领域具有良好应用前景的温度传感器。未来,还有望开发出基于 K[Yb

(Az)₄]及苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物的荧光纳米材料,利用该纳米材料可以更有效地探测生物体系的温度,从而进行生理活动和过程的分析。

References

- [1] Wang X D, Wolfbeis O S, Meier R J. *Chemical Society Reviews*, 2013, 42(19): 7834.
- [2] McLaurin E J, Bradshaw L R, Gamelin D R. *Chemistry of Materials*, 2013, 25(8): 1283.
- [3] Miyata K, Konno Y, Nakanishi T, et al. *Angewandte Chemie International Edition*, 2013, 52(25): 6413.
- [4] Kucsko G, Maurer P C, Yao N Y, et al. *Nature*, 2013, 500(7460): 54.
- [5] Lin F, Pei D, He W, et al. *Journal of Materials Chemistry*, 2012, 22(23): 11801.
- [6] Schäferling M. *Angewandte Chemie International Edition*, 2012, 51(15): 3532.
- [7] Feng J, Xiong L, Wang S, et al. *Advanced Functional Materials*, 2013, 23(3): 340.
- [8] Tang M, Huang Y, Wang Y, et al. *Dalton Transactions*, 2015, 44(16): 7449.
- [9] Wang F, Huang Y, Chai Z, et al. *Chemical Science*, 2016, 7(12): 6887.
- [10] D'Aléo A, Bourdolle A, Brustlein S, et al. *Angewandte Chemie*, 2012, 124(27): 6726.
- [11] Zhang T, Zhu X, Cheng C C, et al. *Journal of the American Chemical Society*, 2011, 133(50): 20120.
- [12] Zhang J, Petoud S. *Chemistry-A European Journal*, 2008, 14(4): 1264.
- [13] Zhang J Y, Chen S, Wang P, et al. *Nanoscale*, 2017, 9(8): 2706.

A Contactless Self-Calibration Temperature Sensor Based on the Rare-Earth Fluorescence

HUANG Yan-jie¹, GUAN Yan^{2*}, KE Can², ZHOU Jin-yan¹, HUANG Zi-chen¹, HUANG Zhen-yu¹, ZHANG Xiang¹

1. Guangdong Provincial Institute of Metrology, Guangzhou 510405, China

2. College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, China

Abstract A contactless self-calibration temperature sensor based on the rare-earth fluorescence was developed. The new temperature sensing film Yb@PSMM was prepared by dispersed K[Yb(Az)₄] in poly(styrene-block-methyl methacrylate) and then attached to a clean quartz plate, and the optical properties of Yb³⁺ in this system under different temperature were investigated. The shape of the fluorescence emission spectrum of Yb³⁺ changed regularly with temperature, and the distribution of extra-nuclear electrons in the Stark cleavage sublevels of Yb³⁺ at different temperatures still obeyed Boltzmann distribution law. The natural logarithm (ln) of the ratio of the two characteristic emission peak areas at 900~990 and 990~1150 nm in the fluorescence spectrum linearly varied with the reciprocal of temperature (1/T) from -195 to 105 °C. Upon using this linear relation as the standard curve, this temperature sensing method exhibited a temperature resolution of 0.1 °C around 0 °C. Compared with the reported luminescence temperature sensors, the new temperature sensor proposed in this paper had advantages as follows. Firstly, the Stokes shift of the selected luminescent material was larger than 500 nm, which effectively avoided the interference of environmental backgrounds. Secondly, due to the use of fluorescence integrated peak areas instead of fluorescence intensities, the influence of random errors introduced by the instrument or measurement was greatly reduced. Thirdly, by taking advantage of the radiometric relationship between the intensities of different fluorescence peaks in one compound, a reliable self-calibration was introduced in this system equality, which effectively reduced the influence of external factors such as the variation of fluorescent material concentration, geometric configuration, or light source intensity. Fourthly, as a rare-earth luminescence material, the sensing method could utilize the characteristics of long fluorescence lifetime, good fluorescence monochromaticity, and high fluorescence intensities. Fifthly, the temperature sensing film was almost insoluble and indiffusible in water, which was convenient for direct measurement of the in-situ temperature changes. Lastly, Yb³⁺ emission was from 900 to 1150 nm, due to the deep penetration of near infrared light, this temperature sensor would have a wide potential use in temperature-sensing and imaging of complex system. Further ensuring method for the measurement results of the temperature sensor was adopted in our measurement device; the irradiated spot size on the sample could be adjusted to be about 1 mm², and the angle between the placement di-

rection of Yb@PSMM film and the excitation light was set to be 225°. Thus, the influence of the reflected light was circumvented, but the fluorescent emission light was hardly affected.

Keywords Fluorescence; Temperature sensing; Lanthanide complex; Near infrared; Self-calibration

(Received Apr. 4, 2018; accepted Sep. 8, 2018)

* Corresponding author

本 刊 声 明

近期以来,一些不法分子假冒《光谱学与光谱分析》期刊社名义,以虚假网站等形式欺骗广大作者、读者。这些虚假网站公然假冒《光谱学与光谱分析》期刊名义进行大肆的征稿并骗取作者的审稿费和版面费。经部分作者及读者举报,现有关部门已就此介入调查。本刊将通过法律途径向假冒者追究相应的责任,维护本刊权利。

本刊官方网站已正式开通,网址为

<http://www.gpxygpx.com/>

在此郑重声明,本网站为《光谱学与光谱分析》期刊唯一开通运行的官方网站。本刊从未授权任何单位或个人以任何形式(包括网上网下)代理本刊征稿、审稿等业务。

希望广大读者和作者切实维护好自身的合法权益,防止受骗上当。

《光谱学与光谱分析》期刊社

2019年3月15日