



中华人民共和国国家标准

GB/T 39492—2020

白光 LED 用荧光粉量子效率测试方法

Testing method of quantum efficiency for white LED phosphor



2020-11-19 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国稀土标准化技术委员会(SAC/TC 229)提出并归口。

本标准起草单位:有研稀土新材料股份有限公司、厦门大学、江苏博睿光电有限公司、广东省稀有金属研究所、安徽芯瑞达科技股份有限公司、天津东方科捷科技有限公司、江门市科恒实业股份有限公司、北京大学、国科稀土新材料有限公司。

本标准主要起草人:刘荣辉、刘元红、李彦峰、解荣军、梁超、周天亮、邱海林、谢士会、高慰、倪海勇、丁建红、丁磊、丁雪梅、唐宗权、关妍、王鹏飞。



白光 LED 用荧光粉量子效率测试方法

1 范围

本标准规定了白光 LED 用荧光粉量子效率的方法原理、仪器装置、测试步骤、测试结果表述、精密度和测试报告要求。

本标准适用于在峰值波长 400 nm~480 nm LED 芯片激发时,发射 400 nm~780 nm 波段范围的白光 LED 用荧光粉外量子效率、内量子效率的测试。外量子效率的测定范围为 0.6~0.9,内量子效率的测定范围大于 0.9。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

外量子效率 external quantum efficiency

发光材料受到激发时发出的荧光所对应总光子数与激发时所照射到荧光粉样品上的总光子数比值,用于衡量荧光粉对入射光源的转换效率。

3.2

内量子效率 internal quantum efficiency

发光材料受到激发时发出的荧光所对应总光子数与激发时所吸收的总光子数比值,用于衡量荧光粉对吸收光源的转换效率。

3.3

样品池 sample cell

用于填充待测粉和空白样,内高大于 3 mm 的容器。

3.4

空白样 blank sample

测试激发和发射光谱时用的白色样品。

注:通常选用硫酸钡或氧化铝。

3.5

白色扩散板 white diffuser

测试激发和发射光谱时用的白色板。

注:材料通常为硫酸钡或聚四氟乙烯。

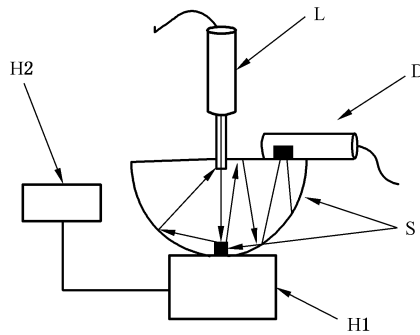
4 方法原理

用一定波长的激发源作为入射激发光源,激发照射被测白光 LED 用荧光粉,通过量子效率测试装

置获得激发照射光子数、荧光粉吸收光子数和被照射后产生光子数,获得外量子效率和内量子效率。

5 仪器装置

量子效率测试装置主要包括光源系统、样品系统、检测系统和加热系统,如图 1 所示。



说明:

L ——光源系统;

D ——检测系统;

S ——样品系统;

H1——加热系统;

H2——加热控制系统。

注 1: 光源系统由激发光源和激发单色仪组成。

注 2: 样品系统由积分球和样品池组成。

注 3: 检测系统由分光镜、检测器、放大器和信号处理单元等组成,检测系统分离测试所需的信号,实现光信号与电信号之间转换,并将每个测量波长的光强度转换为光子数,执行数据处理。

注 4: 加热系统由加热单元和加热控制单元组成。

图 1 量子效率测试装置示例

6 测试步骤

6.1 制样

将适量空白样或者待测粉装入样品池中,用平面玻璃将样品压平、压实,并将盖玻片和盖帽盖于样品盘上。要求每次装入样品后,样品的发光测试面平整而且高度统一。

6.2 测试

6.2.1 开启设备系统,预热 30 min。

6.2.2 将装有空白样的样品池或者白色扩散板放在样品架上,用设定的激发光照射,测试获得激发源到达样品的总光量子数(L_a)和荧光波段的背景光量子数(E_a)。当使用白色漫反射板时需将相同的盖玻片盖在样品上,当使用样品池时,空白样和待测粉需用相同规格的样品池和盖帽。

6.2.3 将待测样品盘放入样品架上,采用相同的激发光激发,点击测试获得所测样品吸收后所剩余激发光总光量子数(L_c)以及样品荧光光量子数(E_c)(按 400 nm~780 nm 波段范围计算)的数据,平行测

量三次,取其算术平均值。

7 测试结果表述

7.1 按照式(1)计算外量子效率(EQE)。

$$\text{EQE} = \frac{E_{\text{cl}} - E_{\text{al}}}{L_{\text{al}}}$$

.....(1)

式中：
 E_{cl} ——样品荧光光量子数,单位为个；
 E_{al} ——荧光波段的背景光量子数,单位为个；
 L_{al} ——激发源到达样品的总光量子数,单位为个。

7.2 按照式(2)分别计算内量子效率(IQE)。

$$\text{IQE} = \frac{E_{\text{c2}} - E_{\text{a2}}}{L_{\text{a2}} - L_{\text{c2}}}$$

.....(2)

式中：
 E_{c2} ——样品荧光光量子数,单位为个；
 E_{a2} ——荧光波段的背景光量子数,单位为个；
 L_{a2} ——激发源到达样品的总光量子数,单位为个；
 L_{c2} ——所测样品吸收后所剩余激发光总光量子数,单位为个。

7.3 数值修约按 GB/T 8170 的规定进行。

8 精密度

8.1 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值,在以下给出的平均值范围内,两次测试结果的绝对差值不超过重复性限(r),超过重复性限(r)的情况不超过 5%,重复性限(r)按表 1 数据采用线性内插法求得。

表 1 内外量子效率重复性

EQE	IQE	重复性限(r)
0.63	0.91	0.009
0.69	0.95	0.008
0.80	0.96	0.004
0.84	0.99	0.003
注：重复性限(r)为 $2.8 \times S_r$, S_r 为重复性标准差。		

8.2 相对允许差

实验室之间量子效率测试数据应不超过表 2 所列的允许差。

表 2 实验室之间内外量子效率测试相对允许差

EQE	相对允许差 %	IQE	相对允许差 %
0.60~0.70	5.0	0.90~0.93	3.3
>0.70~0.80	4.3	>0.93~0.96	3.2
>0.8	3.8	>0.96	3.1

9 测试报告要求

测试报告内容包括：

- a) 测试日期和测试人员；
- b) 样品名称；
- c) 测试设备及其型号；
- d) 光源部分的波长及其半高宽；
- e) 检测单元的波长范围；
- f) 是否存在校正；
- g) 测试环境温度和湿度；
- h) 光源类型；
- i) 探测器类型；
- j) 样品池尺寸、材料样品厚度、激发光入射角；
- k) 积分球材料和尺寸；
- l) 参比样类别；
- m) 本标准编号。

