

文章编号:1002-2082(2009)03-0460-05

## 基于LabVIEW的LED三维特性检测的研制

王巧彬, 任豪, 罗宇强, 范力维

(广东省现代控制与光机电技术公共实验室 广州市光机电技术研究院, 广东 广州 510663)

**摘要:**为了解决传统配光曲线只能反映LED发光二维特性、立体感太差及不便于人为观察比较的难题,提出一种新的基于高级图像编程语言(LabVIEW)的LED三维特性(光强空间分布)快速检测方法。在传统光强空间分布检测方法的基础上,采用多路光度探测单元同步测试,可在0.2 s内一次性由31个探测单元同步测得LED光源的二维光强空间分布(配光曲线)。通过增加旋转机构转动待测LED样品,依次测得 $i$  ( $i=180^\circ/\alpha$ )条配光曲线。最后由自研软件将 $i$ 条配光曲线进行数据汇总处理,便可得到LED光源的光强空间分布的三维立体图。该检测方法具有速度快、精度高、信息量大等优点,并且具有实时性和直观性。

**关键词:** 三维特性; 空间分布; LabVIEW; LED

中图分类号: TP73; TN3

文献标志码: A

### Three dimension characteristic measurement of LED based on LabVIEW

WANG Qiao-bin, REN Hao, LUO Yu-qiang, FAN Li-wei

(Guangdong Public Laboratory of Modern Control & Optical, Mechanics and Electricity  
Technology, Guangzhou Rresearch Institute of O-M-E Technology, Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** A new testing method for LED's spatial intensity distribution based on the high-level image programme language (LabVIEW) was introduced to overcome the shortcomings of the conventional method, whose light distribution curve can only reflect the two-dimensional light-emitting characteristics of LED and the third dimension is difficult to be observed and compared by human eyes. It incorporated synchronized multi-path photometric detection in the traditional method, with 31 detection units to measure two-dimensional spatial intensity distribution (lighting distribution curve) of the LED source synchronously within 0.2 s. By rotating LED test sample,  $i$  ( $i=180^\circ/\alpha$ ) items of the lighting distribution curve were measured one by one. All the lighting distribution curves were collected and processed by the custom software, and three-dimensional solid map of the LED's spatial intensity distribution was obtained. The method has the real time and high throughput features, and it is fast, accurate and straightforward.

**Key words:** three dimension characteristic; space distribution; LabVIEW; LED

收稿日期:2008-12-02; 修回日期:2009-02-25

基金项目:广州市基础研究项目(2006J1-C0311)

取得专利:LED光源光强空间分布特性测试装置及测试方法(专利申请号:200810027632.1;200820046804.5)

作者简介:王巧彬(1983-),男,广东省揭阳市人,光电子助理工程师,学士,在应用光学、光电检测、光机电一体化等领域从事科研开发。E-mail:wqb612@163.com

## 引言

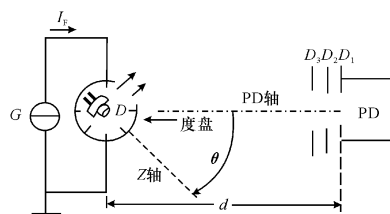
LED是半导体发光光源<sup>[1]</sup>,具有发光效率高、耗电量少、使用寿命长、安全可靠性强及有利于环保等优点,其应用日趋广泛<sup>[2]</sup>。而如何评价LED应用产品的性能,如何进行有效准确的检测,是当前半导体照明领域所面临的重要问题之一。

对于LED光源的特性测试,必须针对其特殊的发光特性,采用相应的测试方法和技术<sup>[3]</sup>。目前由于尚无明确的检测技术标准,造成测试滞后于技术发展。暂时往往借鉴的是传统光源的测试手段,实际上是回避了LED光源测试方面存在的一些技术难题,并不能真正反映LED半导体照明光源的发光特性。一些研究报告也提出,对于LED来说,配光曲线和光强空间分布存在区别<sup>[4]</sup>,配光曲线只能反映LED发光的二维特性,立体感太差,不便于人为观察比较。而只有三维空间分布曲面图才能真正反映其三维特性。于是我们提出一种新的光强空间分布特性的测试方法,采用多路光度探测单元同步测试,获得LED光源的光强空间分布的二维平面图和三维立体图,真正正确反映LED发光强度空间分布特性。其测试装置的特点是测试速度快、精度高、信息量丰富及更具有实时性和直观性。

## 1 检测原理及设计方案

光强空间分布是指从光源发出的光在空间上的分布,反映的是LED器件发光强度的空间分布特性。如图1所示,传统的测量光强空间分布曲线的方法通常有2种:一是选择LED光源不动,光度探测器围绕它旋转扫描(光源固定法);二是选择光

度探测器不动,LED光源围绕一个固定中心点旋转(光源转动法)。但以上2种方法的测试点过多,



*D.* 被测LED器件; *G.* 电流源; *PD.* 包括面积为 *A* 的光阑 *D1* 的光度探测器; *d.* 被测LED器件与光阑 *D1* 之间的距离;  $\theta$ . *Z*轴和探测器轴之间的夹角。

图1 LED光强空间分布测试装置示意图

Fig. 1 Schematics of measuring device for LED spatial intensity distribution

测试时间过长,效率太低。针对传统测试光强空间分布方法的不足,我们提出一种快速检测方法:采用光源固定法来测量LED的光强空间分布,同时增加底座旋转机构实现测试样品围绕中心光轴旋转。测试装置如图2所示,采用了31个光度探头(平均分布在一个半圆周上,并且间隔角度为 $6^\circ$ )多路并行同步测试LED光源的光强空间分布(配光曲线),根据转角角度 $\alpha$ (在水平面XY平面上,待测样品相对水平线X所旋转的角度)依次转动待测LED并测试不同转角的配光曲线,组合所测得的 $i$  ( $i = 180/\alpha$ )条配光曲线,进行数据统一分析处理,得到其三维光强空间分布立体图和半强度角(发光强度等于最大发光强度一半的位置构成的角度为半强度角)。这样得到的三维立体图较单条配光曲线能更真实更直观地反映LED的空间分布特性。

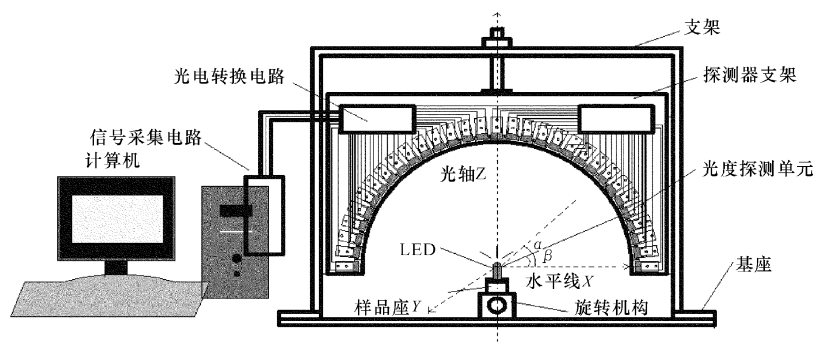


图2 LED三维特性检测结构装置图

Fig. 2 Configuration for measuring 3 dimension characteristics of LED

根据本测试系统多通道同步采集的要求,选用NI公司的PCI-6229数据采集卡进行多通道的数据采集。每个光度探测单元对应一路I/O通道。其中光度探测单元则用硅光电池,选取了光谱响应特性与人眼类似、暗电流小、对红外光不灵敏的BPW69A型硅光电池,并基于硅光电池的光生伏特效应和跨阻放大电路来实现光电转换,再通过数据采集卡进行数据采集和A/D转换后,将这些数据传送到上位机PC的内存中,再由测试软件进行数据汇总处理和计算分析,最后得到相关曲线或者图型,并且显示于测试软件的相应界面上。

## 2 软件设计及功能实现

LED光源光强空间分布特性的测试软件是基于LabVIEW平台自主开发的。LabVIEW是一种高级图像编程语言,采用简明、直观、易用的图形编程方式。并且为用户提供了丰富的数据采集、分析和存储的库函数和大量现代的高级信号分析工具,集开发、调试、运行于一体,能够缩短研究周期,减小计算误差,并使系统更具柔性和智能化。

测试装置配上自主开发的测试软件实现了整个测试流程的自动化。软件设计流程如图3所示,测试前的准备工作包括初始化设置(正向电压、正向电流、转角角度、曲线样式等)和暗底定标。开始检测光强空间分布,上位软件通过串口通讯控制旋转电机按照设定好的转角角度( $\alpha$ )转动测试样品,依次自动测试LED光源相对应的二维配光曲线;所测得的配光曲线数据通过数据采集卡传输到PC机的内存,计算其半强度角并实时于软件界面上显示配光曲线和半强度角图;最后通过软件将测得的所有配光曲线的数据在PC机上进行汇总分

析,计算得到三维空间分布图,并显示于软件界面。

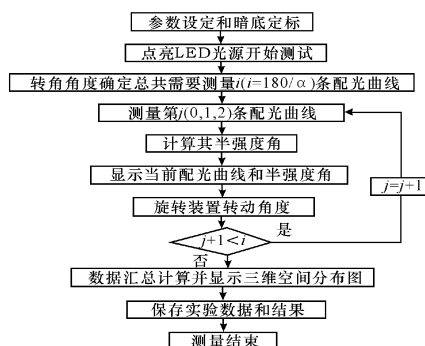


图3 软件设计流程图

Fig. 3 Flow chart of software design

## 3 实验结果及其分析

用自研的测试装置对草帽型LED光源的光强空间分布进行检测,实验数据如表1所示。转角角度 $\alpha$ 为 $30^\circ$ ,共测试了6条配光曲线;每条配光曲线的测试由31个探测单元同步快速完成。由实验数据处理分析得到的实验结果如图4所示,从上到下,从左到右细分为4个显示窗口,分别是极坐标系的配光曲线图、直角坐标系的配光曲线图、半强度角图和三维空间分布图。传统的表示光强空间分布的方法是用配光曲线,在此为了方便对比,将配光曲线用直角坐标和极坐标2种不同方式表示。针对不同类型的光源,这2种不同的表示方法各具优点;对于发散角比较小的单个LED光源来说,用极坐标表示的配光曲线更加直观,对于由多个LED组成的片光源,用直角坐标表示的配光曲线则更佳。由于LED具有发散角较小的特点,对其空间分

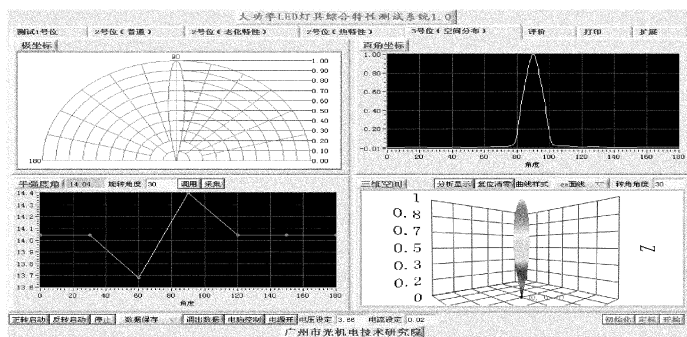


图4 LED光强空间分布特性测试结果

Fig. 4 Test results of LED spatial intensity distribution characteristics

布则推荐在极坐标系里显示其配光曲线。现有的LED光源的空间分布不均匀,特别对于不同角度所测的配光曲线的不均匀性更加明显,这种不均匀性不但可以通过配光曲线来表征,同时也可用半强度角图表征出来。理想LED的不同转角角度的配光曲线的半强度角是相同的,但事实却是有所区别的(从半强度角图看出大概有5%的波动),有了半强

度角图则可方便快速地分辨出哪个角度对应的光强空间分布不均匀。考虑到LED光源的自身特点,从二维坐标系中的配光曲线对比发现,对于LED这种发散角较小的光源,极坐标系的配光曲线更能真实、直观反映其空间特性。同理,为了能更直观更真实反映其三维空间分布特性,也采用极坐标的方式来表示其三维空间分布图。

表1 空间相对光强实验数据表

Table 1 Spatial relative intensity experiment data

转角角度 $\alpha/(\circ)$	夹角角度 $\beta/(\circ)$										
	0°	6°	12°	18°	24°	30°	36°	42°	48°	54°	60°
0°	0.041	0.03	0.062	0.033	0.046	0.05	0.013	0.071	0.042	0.026	0.083
30°	0.004	0.05	0.035	0.069	0.092	0.029	0.043	0.027	0.052	0.04	0.069
60°	0.057	0.048	0.062	0.079	0.037	0.053	0.039	0.064	0.054	0.049	0.051
90°	0.03	0.038	0.02	0.052	0.075	0.078	0.02	0.062	0.024	0.078	0.035
120°	0.06	0.048	0.042	0.018	0.064	0.029	0.061	0.05	0.022	0.023	0.086
150°	0.056	0.018	0.062	0.022	0.088	0.081	0.021	0.032	0.019	0.031	0.018

转角角度 $\alpha/(\circ)$	夹角角度 $\beta/(\circ)$										
	66°	72°	78°	84°	90°	96°	102°	108°	114°	114°	126°
0°	0.037	0.054	0.159	0.57	1	0.614	0.169	0.077	0.045	0.064	0.016
30°	0.05	0.062	0.168	0.577	1	0.623	0.142	0.082	0.063	0.075	0.074
60°	0.081	0.06	0.186	0.581	1	0.623	0.162	0.075	0.057	0.029	0.072
90°	0.069	0.054	0.171	0.572	1	0.586	0.138	0.041	0.048	0.081	0.078
120°	0.083	0.064	0.182	0.632	1	0.626	0.169	0.032	0.073	0.016	0.047
150°	0.042	0.061	0.16	0.607	1	0.598	0.138	0.061	0.053	0.044	0.036

转角角度 $\alpha/(\circ)$	夹角角度 $\beta/(\circ)$									
	132°	138°	144°	150°	156°	162°	168°	174°	180°	
0°	0.057	0.077	0.018	0.03	0.074	0.065	0.036	0.071	0.038	
30°	0.071	0.03	0.04	0.071	0.046	0.06	0.068	0.023	0.031	
60°	0.074	0.052	0.058	0.046	0.037	0.051	0.049	0.018	0.068	
90°	0.031	0.076	0.026	0.072	0.039	0.07	0.053	0.066	0.025	
120°	0.041	0.062	0.061	0.032	0.051	0.035	0.036	0.019	0.022	
150°	0.051	0.051	0.015	0.04	0.034	0.03	0.058	0.065	0.013	

注:1.  $\alpha$ 为光源座的相对转角角度; $\beta$ 为某探测单元接收光面的法线与水平面的夹角。

2. 除 $\alpha$ 和 $\beta$ 外,表中其他数值都是与 $\alpha$ 和 $\beta$ 相对应并经过归一化得到的无量纲的空间相对光强值。

## 4 结 论

本文中介绍了一种快速测量LED光源光强空间分布特性的测试装置,配套的测试软件是基于LabVIEW平台开发的。本测试系统是采用多个光度探测器多路同步测试方法,取代传统的1个光度探测器多点测试的方法,可在很短的时间(0.2 s)内一次性获得LED光源的二维光强空间分布(配光曲线),并利用LabVIEW提供的丰富的显示工具,将配光曲线分别在二维直角坐标系和极坐标系

中显示出来;通过增加旋转机构,可以固定探测器旋转待测LED光源,依次测量并获得不同旋转角度的二维光强空间分布,进而汇总获得LED光源的三维光强空间分布,并且通过软件实现三维直角坐标系向极坐标的转换,最终得到用极坐标表示的三维空间分布图,并快速显示于软件界面上。

本套LED光源光强空间分布测试系统具有方便、实用、准确、直观的特点。解决了以往测试光源空间分布所花时间多和效率低的难题;在保证测试结果准确的基础上大大减少了人为的操作时间,提

高了测量效率;整个测试过程都由上位机软件自动控制完成,减少了人为操作的误差。相信本项目在以后不断发展完善中将会更加人性化和自动化。

#### 参考文献:

- [1] 周小丽,刘木清,钱勇,等.LED光通量测试系统的研究[J].光电子·激光,2008,19(6):728-730.  
ZHOU Xiao-li, LIU Mu-qing, QIAN yong, et al. Study on the LED's total flux measurement system [J]. Journal of Optoelectronics · Laser, 2008, 19 (6):728-730. (in Chinese with an English abstract)
- [2] 潘建根.LED光色电综合性能分析测试原理与仪器[J].液晶与显示,2003.18(2):138-140.  
PAN Jian-gen. LED photometric chromatic electric characteristics analysis system[J]. Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays Apr. ,2003,18(2): 138-140. (in Chinese with an English abstract)
- [3] 梁凤薇,牟同升.LED光色度测试中存在的问题探讨[J].光学仪器,2005,27(2):3-7.  
LIANG Feng-wei, MOU Tong-sheng. Discussion about problems in measuring photometric and colorimetric parameters of LED [J]. Optical Instruments, 2005,27(2):3-7. (in Chinese with an English abstract)
- [4] 吕正,赵志丹,樊其明,等.从LED的配光曲线谈起[J].中国照明电器,2004(10):1-4.  
Lü Zheng, ZHAO Zhi-dan, FAN Qi-ming, et al. To speak of LED's distribution curve flux[J]. China Light & Lighting, 2004(10):1-4. (in Chinese with an English abstract)