

·测试、试验与仿真·

## 基于顺向电压法的LED接面温度自动测量系统

张文亭

(陕西工业职业技术学院机械工程学院, 陕西 咸阳 712000)

**摘要:**采用顺向电压法测量LED的接面温度。通过使用数据采集卡,建立高功率LED的自动化接面温度测量系统,并以市场上现有的高功率LED为例进行了测量与对比,建立了高功率LED的I-V特性曲线及其电流—接面温度曲线,最后对测量结果与特性曲线进行了分析讨论。

**关键词:**发光二极管;接面温度;顺向电压法;测量系统

中图分类号:TN312<sup>2</sup>.8

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2014)-06-0077-03

## LED Junction Temperature Automatic Measurement System Based on Forward-voltage Method

ZHANG Wen-ting

(School of Mechanical Engineering, Shanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China)

**Abstract:** Forward-voltage method is used to measure light emitting diode (LED) junction temperature. By using the data acquisition card, an automatic junction temperature measurement system of high power LED is developed. The high power LED on market is measured and compared to build I-V characteristic and current junction temperature curves of high power LED. The measured results and characteristic curves are analyzed and discussed.

**Key words:** light emitting diode (LED); junction temperature; forward-voltage method; measurement system

近年来,高功率发光二极管(LED)应用领域不断增加,除了交通信号灯和户外广告牌外,也逐渐在照明领域开始大量使用。高功率LED需要大电流驱动,长时间使用时,产生的热量会聚集在组件内部,因此,组件内部温度将会升高。LED所释放的热量是影响产品使用效率的关键,释放的热量愈大,LED内部组件温度也会愈高,LED的发光效率及使用寿命也会相对降低<sup>[1]</sup>。制造商也开始注意这个问题。所以新的LED封装材料不断地被研发出来,用以解决持续提高亮度产生高温、高热所带来的问题。例如,以前LED所使用的封装材料为环氧树脂,其耐热性较差,在LED本身的使用寿命未到达之前,环氧树脂就已经出现劣化的情形<sup>[2]</sup>。目前,代替环氧树脂的新封装材料是硅树脂,已经被开发出

来。它具有较高的耐热性,平均耐热温度可达150℃~180℃,也不会有变色的情形,且能够分散蓝色和近紫外光,抑制材料因电流和光线所带来的影响,是不错的封装材料,将大大提高LED的使用效率,延长其使用寿命<sup>[3]</sup>。

为了解决将来更多高功率LED所产生的散热问题,LED的PN接面温度测量将是一项很重要的研究课题。LED接面温度是其内部热量聚集的直接指标,精确的LED接面温度测量,将可协助厂商设计出先进的散热条件。在不破坏表面结构条件下,开发了一套控制系统来实现PN接面温度的测量,其测量出来的数据将可计算出LED的顺向偏压、亮度、电流和温度的相关值,根据这些测量值,将可使LED制造商研发出发光效率及散热更佳的高功率产品。

收稿日期:2014-11-11

作者简介:张文亭(1980-),男,陕西延长人,硕士,讲师,主要从事机电设备及其控制技术方面的教学与研究。

## 1 测量方法与自动测量系统

随着功率的消耗,LED的接面温度会受到周围温度及内部发热的影响,接面温度会影响组件的发光亮度和顺向偏压。决定LED接面温度的三个因素分别为:周围温度、热阻及LED的输入功率。图1为典型LED在定电流时的亮度与周围温度的曲线图。由图1可知,当LED的接面温度增加到75℃时,将导致亮度输出减少为在室温时所测量值的一半。这相当清楚地显示LED接面温度会影响亮度的输出,这对于LED在组装的设计上是极为重要的。式(1)说明接面温度和亮度输出的关系<sup>[4]</sup>

$$\Phi_v(T_2) = \Phi_v(T_1)e^{-k\Delta T_j} \quad (1)$$

其中, $\Phi_v(T_1)$ 、 $\Phi_v(T_2)$ 分别是接面温度为 $T_1$ 、 $T_2$ 时的亮度输出; $k$ 是温度系数, $\Delta T_j = T_2 - T_1$ 。

当接面温度差增加时,亮度输出呈指数衰减。典型橙红色LED材质的温度系数为 $9.52 \times 10^{-3}$ ;琥珀色LED材质的温度系数为 $1.11 \times 10^{-2}$ 。

LED接面温度的量测方法很多,包括频谱法、临界电压法、热阻法、电激发法、光激发法、非接触方法及顺向电压法等方法。其中,顺向电压法具有简单、非破坏性、精确等优点,因此,文中采用的是顺向电压法测量LED的接面温度。

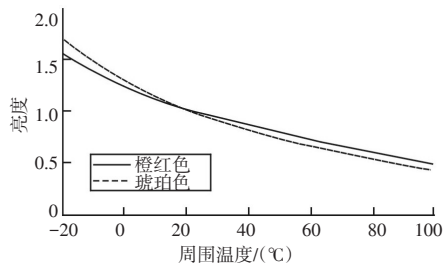


图1 典型LED在定电流时的亮度与周围温度的曲线图

顺向电压法主要得到顺向电压( $V_f$ )与接面温度( $T_j$ )的关系,即 $dV_f/dT_j$ 。接面温度的实验测量分为两部分,首先是校正测量,然后是实际测量。校正测量时,以脉冲电流激发LED,以LabVIEW程序配合数据采集卡来测量LED顺向电压<sup>[5]</sup>。由于电压信号反应较快,热信号反应慢,接通电流后,可以在20 ns得到响应。当脉冲周期小,且频率很低时,输入脉冲的功率可以很快发散,对LED接面温度的影响可以忽略;换言之,环境温度可视为LED的接面温度。顺

向电压法的上述基本假设已经由实验验证,使用顺向电压法可以精确测量LED的接面温度,误差小于 $0.2 \text{ } ^\circ\text{C}$ <sup>[6-7]</sup>。

以这种方法建立数据库,即不同接面温度下,不同电流所产生的接面电压。然后,实际测量在特定电流下产生的接面电压,对照校正测量产生的数据库,可以得到LED操作时的接面温度。图2为测量系统的组成框图,包括下列单元:(1)数据采集卡:采集控制信息送上位机进行分析处理;(2)直流电源:提供控制电路上所需的直流电源;(3)控制电路:产生50 mA至500 mA的电流驱动LED;(4)加热箱:将待测高功率LED放在加热箱,由控制器调节到测量系统所需要的温度,加热箱提供的温度范围为0~400℃;(5)上位机:利用LabVIEW通道显示采集的数据,记录测量值。图3和图4分别是LabVIEW模拟信号和示波器波形界面。

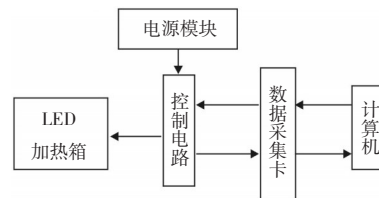


图2 测量系统的组成框图

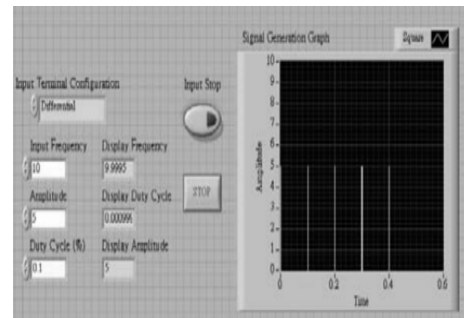


图3 LabVIEW模拟信号产生器界面

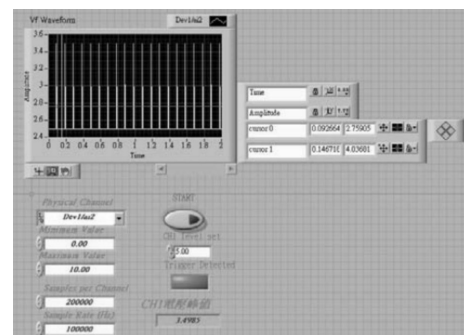


图4 LabVIEW模拟示波器波形界面

## 2 测量结果与讨论

图5是某公司2 W白光GaN LED接面温度的校正量测结果,此LED封装为共晶结构,即垂直的电流传输方式。 $Dt/dV_f$ 是为 $-2.57$  mV/K。这个结果与蓝光GaN LED量测得到 $Dt/dV_f$ 值 $-2.7$  mV/K基本相同。图6是2 W白光GaN LED的 $I$ - $V$ 特性曲线。经转换后,GaN白光LED的接面温度量测结果如图7所示。

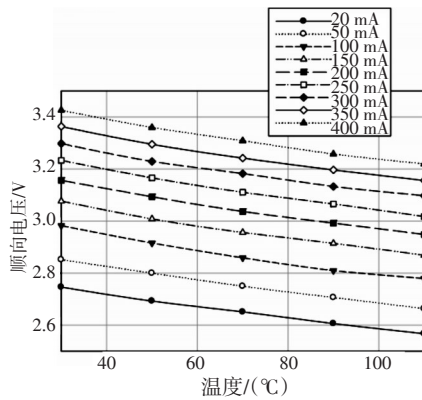


图5 高功率LED接面温度校正测量结果

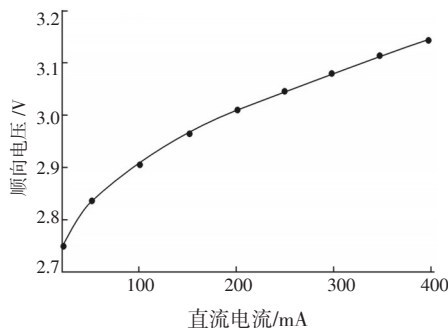


图6 高功率LED的 $I$ - $V$ 特性

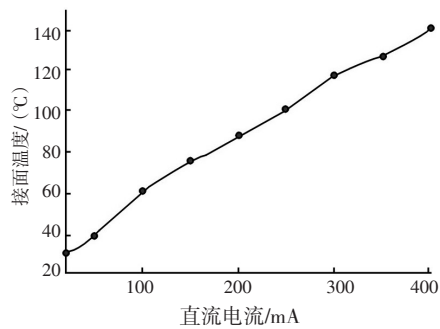


图7 高功率LED接面温度的测量结果

LED接面温度可用来评价其制造和使用的技术优劣,协助提高LED的发光效率<sup>[9]</sup>。实际的LED接面温度则是封装技术和组件使用寿命的重要指标<sup>[8]</sup>。

## 3 结论

由于光电技术的日新月异,使得LED产品应用更为普及。如果能建立一套完整、精确的测量系统,对于了解高功率LED接面温度和电流、亮度等特性将会有很大帮助。随着工业的发展,今后将着重于绿色制造与设计,各国厂商无不相继提出绿色供应链。LED产品具有环保、节能等优点,可取代目前含有有害物质的产品<sup>[10]</sup>。文中采用顺向电压法测量LED接面温度,并建立完成一套自动测量系统,这套系统测得的接面温度可做为LED制作、封装等技术指标,也可用于组件使用寿命的非破坏性测量。

## 参考文献

- [1] 陈明祥,马泽涛,刘胜.LED感应局部加热封装试验研究[J].发光学报,2007(2).
- [2] 陈挺,陈志忠,林亮,等.GaN基白光LED的结温测量[J].发光学报,2006(3).
- [3] 马湘君,吴礼刚,戴世勋,等.大功率LED筒灯散热分析[J].照明工程学报,2011(6).
- [4] 胡柏顺,白雪峰,唐劲飞.基于LabVIEW的洞库温度测量系统[J].舰船电子工程,2011(7).
- [5] 邓清秀,文小玲,易先军.基于C8051F060芯片的高精度温度测量系统的设计[J].仪器仪表用户,2006(2).
- [6] 邢丽娟,杨世忠.AD8555在温度测量系统中的应用[J].自动化仪表,2007(6).
- [7] 李丽新,刘圣春,刘秋菊.用综合测量方法设计固体导热系数测试实验台[J].实验室研究与探索,2006(4).
- [8] 徐光明,姬文飞,严华锋.发光二极管灯具工作结温的检测方法及应用[J].光源与照明,2009(3).
- [9] 张海兵,吕毅军,李开航,等.功率型LED电压温度系数的研究[J].光电子·激光,2008(12).
- [10] 保爱林,管国栋,傅剑锋.瞬态热阻测试在贴片二极管在线测试中的应用[J].半导体技术,2008(4).