

基于 OLED 光谱的色度分析与优化

陈伟, 饶海波, 蒋泉

电子科技大学光电信息学院 (成都 610054)

Email: first-or-last@163.comT

摘要: 本文以国际标准 CIE(国际照明委员会) 所规定的 X Y Z 空间体系为基础, 结合计算机计算的方法, 利用光学谱线计算出准确的颜色, 并根据色度学理论对光谱进行分析优化。最后利用程序计算出结果选择合适的滤光片对光谱滤光。结果表明: 实验分析结果与实际的测量结果较符合。

关键词: 色度值; CIE1931 标准色度学系统; 亮度纯度; 谱线优化

1. 引言

OLED显示器作为一种新型的平板显示器件与LCD显示器相比具有厚度很薄, 视角大, 亮度高, 响应时间短, 低温性能好等优势。它将在未来的 3-5 年内成为一种重要的显示技术^[2, 3, 4]。但是目前OLED器件亮度纯度还不够高, 改善色纯度常用的方法就是选通滤光。本文自主编写OLED光谱色度分析优化程序, 软件模拟出一个滤光片来窄化输出光谱分布, 从而达到改善色亮度纯度, 提高器件色还原度的目的。软件得到的器件相关优化参数为选择合适的滤光片(滤光范围, 光透过率)提供了依据。

2. 理论与原理

若想改善样品颜色特性, 必须首先计算其主波长, 亮度纯度值, 有了二者便大体可以确定样品光学性质^[1], 从而确定哪些波段的光属于“杂质光”。下面简单介绍一下色度, 主波长相关理论及程序实现。亮度纯度的公式为

$$p_c = \frac{x - x_0}{x_\lambda - x_0} * \frac{y_\lambda}{y} \quad \text{或} \quad p_c = \frac{y - y_0}{y_\lambda - y_0} * \frac{y_\lambda}{y} \quad \text{公式 (1)}$$

式中 P_c 为亮度纯度; x, y 为样品的色度坐标; x_0, y_0 为白光的色度坐标; x_λ, y_λ 样品色对应主波长的色度坐标。

2. 1 色度计算的理论

$$X = k \int_{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \quad Y = k \int_{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \quad Z = k \int_{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad \text{公式 (2)}$$

本文观测属小视场观测条件采用 CIE1931 标准色度学系统。上式中 X, Y, Z 是 CIE1931 标准色度学系统的三刺激值; $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ 是 CIE1931 标准色度观察者光谱三刺激值; 本文中 $\Delta\lambda$ 为 4nm; $\varphi(\lambda)$ 为光源的相对光谱密度功率分布。在实际计算中, 用求和来近似积分, 求和的表达式为

$$X = k \sum_{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) \Delta\lambda \quad Y = k \sum_{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) \Delta\lambda \quad Z = k \sum_{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) \Delta\lambda \quad \text{公式 (3)}$$

由公式 (3) 计算出光源三刺激值后再按公式 (4) 转换成色度坐标。

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad \text{公式 (4)}$$

2. 2 主波长的算法实现

如果用某一光谱颜色按一定比例与一个确定的参照光源相混合可以配出样品色, 则该光谱色的波长就是样品色的主波长。样品光的主波长可以通过算法加以确定^[1]。所谓算法就是在色度图上做连接参照光源点与样品点的直线并计算出直线斜率, 依据斜率值查表定出主波长。

在编程实现主波长计算时需要注意的一个问题是: 如图 1 所示, 在区域A中的点与E点连线交光谱轨迹于两点。这说明若样品点色坐标落在该区域内, 则通过查值程序一定可以找到两个满足条件的点, 分析其物理意义可知其中一个交点对应的波长为该样品色的主波长, 另一点为其补色的波长。同理位于区域B的样品色可以找到其主波长。至于区域C的样品色只能找到其补色波长。在编程计算时采用如下方法进行判据。设样品色坐标为 x 、 y , 白光色坐标为 x_0 、 y_0 , 直线与光谱轨迹的交点色坐标为 x_1 、 y_1 。若 $|x - x_1| > |x_0 - x_1|$ 则 x_1, y_1 是其补色波的色坐标。反之 x_1, y_1 为主波长的色坐标。

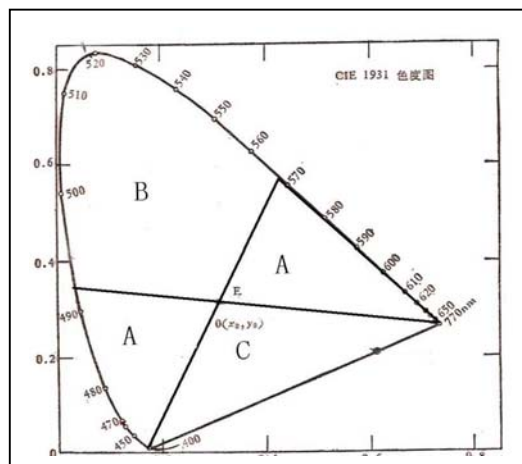


图 1 CIE1931 色度图的区域划分

2. 3 滤光的理论及算法实现

样品色的主波长和亮度纯度表明了样品颜色的大致情况。

(1) 经计算, 若样品亮度纯度较小, 这表明此样品的色坐标距离白光光源色坐标很近 (即样品光为近似白光)。根据色度学理论: 样品光可以视为其主波长光与标准白色光的混合。分析可到, 此时得样品光谱等效于标准白色光谱混有少量的其主波长光谱分量。为了改善样品的亮度纯度就可以将主波长附近的谱线滤除。例如样品光的亮度纯度为 5%, 主波长为 546nm。分析可知它为近似白光, 但其中的绿色成分稍多了些。在保证总亮度的前提下利用滤色片滤除绿色光即可以较好的改善样品的光学性能。

(2) 经计算,若样品亮度纯度较大,表明样品色坐标距其主波长的色坐标较近。同理根据色度学理论可得此时样品光谱等效于其主波长光谱中混有少量其他光谱分量。为改善样品亮度纯度应该保留其主波长附近的光谱分量,利用滤光片尽可能滤除其他光谱分量。例如若样品光的亮度纯度为 85%,主波长为 700nm,改善其亮度纯度就是要在保证亮度的前提下滤除蓝色、绿色光。

3. 软件的设计框架

(1)通过 RS-232 端口向光谱仪发送指令测量出光源的光谱功率密度,将得到的光谱数据按一定格式保存为.txt 文件。

(2)将数据导入程序按色度学理论计算出其色度,主波长,亮度纯度。

(3)依据亮度纯度,主波长判断光的特性,在保证一定亮度的情况下对光谱优化:分为主波长优化,白光优化两种。

4. 试验及结果分析

由于条件限制,采用 LED 作为发光光源,PR650 光谱仪一台,蓝色 LED 管一支,滤光片一块。滤光片的光学性能如图 2 所示,x 轴表示光的波长,y 轴表示透过率。

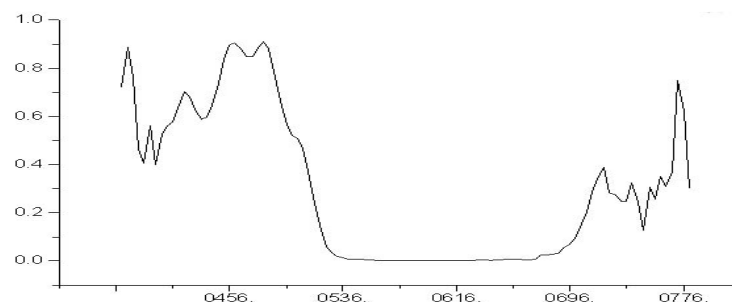


图 2 滤光片透过率曲线

如图 3 曲线 B 是 LED 的光谱功率密度分布曲线,曲线 C 表示经过程序处理后的功率密度分布,程序得到的优化方案是:滤除所有大于 500nm 的光谱分量即可在保证总亮度的前提下,改善其亮度纯度。曲线 D 是采用滤光片滤光后实际可以得到的光谱曲线。

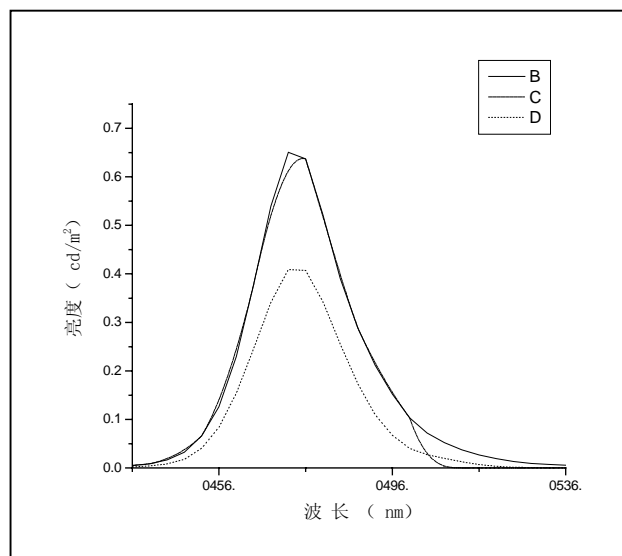


图3 LED 光谱分布图。曲线B为初始光谱图曲线C为模拟滤光后的光谱图曲线D为实际滤光后的光谱

表一:光谱性能对照表

	主波长	色坐标	亮度纯度	亮度 (cd/m ²)
样品光源	477nm	0.120837,0.120533	78%	1.90E+1
模拟滤光后	476nm	0.113811,0.094985	96%	1.79E+1
实际滤光后	476nm	0.114783,0.099744	91%	1.22E+1

由上表可以看出:根据程序的模拟结果选定滤光片对LED滤光后,光谱亮度纯度大大的改善了,且与模拟值符合得较好。采用滤光片后,器件亮度变弱。亮度的衰减大于理论计算值。这是由于受条件所限,选取的滤光片在蓝色波段透过率不高引起的。

参考文献

- [1] 荆其诚,等. 色度学. 北京:科学出版社,1979. 91-93,102-106.
- [2] 邵作叶,郑喜凤,陈宇等. 平板显示器中的 OLED.液晶与显示,2005 ,20 (1) :52-56.
- [3] 杨虹,曹镛. 基于 HD66773 的 TFT OLED 驱动电路的设计[J]. 液晶与显示,2004 ,19 (1) :30-36.
- [4] 乌日娜,于涛,彭增辉,等. 液晶分子在高分子膜上的排列记忆效应[J]. 液晶与显示,2003 ,18 (5) :338-341.

Spectrum optimize using software program

Chen Wei, Rao Haibo, Jiang Quan

College of Opto-electronic UESTC Chengdu 610054

Abstract

Chromaticity measurement is an important problem. Color purity could be measured accurately by using computer software with the spectrometer on the basis of the international standard CIE1931system. It also could be optimize by using an appropriate light filter. The experimental results and theoretical analysis are presented in agreement in this paper.

Keywords: chromaticity value ; CIE1931 system ;color purity ; optimize