

文章编号:1007-2780(2009)04-0602-04

场致发射显示用荧光粉的发光特性检测及实用检测装置

安吉宇¹, 邓 超¹, 孙铁铮²

(1. 河南理工大学 计算机学院, 河南 焦作 454003, E-mail: ajy770406@163.com;
2. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘 要: 提出了一种场致发射显示器(FED)用荧光粉材料的检测方案, 设计了可以对荧光粉的发光特性和温度特性进行试验的检测仪器, 该仪器具有较大激发功率, 可以对荧光粉材料进行寿命试验。文章给出了 FED 材料实测数据和结果, 这些实验数据和结果分析可以为器件设计提供重要依据, 使器件的一些重要特性参数得以保证。

关 键 词: 场致发射显示器; 检测装置; 发光特性; 寿命试验

中图分类号: TN873⁺.95 **文献标识码:** A

1 引 言

场致发射显示器(Field Emission Display, FED)的显示原理与传统阴极射线管(CRT)非常接近, 兼有 CRT 的高画质和 LCD 的薄型低功耗优点。FED 可实现大面积显示, 并且在发光效率、亮度、视角等方面比现有的平板显示产品更具优势。FED 还具有分辨率高、色再现性好、对比度好、响应速度快、耐严酷的高低温、抗电磁冲击、电磁辐射极微、生产成本较低、易于实现数字化显示等特点。基于以上特性, 人们普遍认为在不久的将来, FED 作为快速发展起来的低压阴极射线荧光显示器件将会成为 CRT 的自然代替产品, 在显示市场占据一席之地^[1-3]。

FED 器件中的像素材料也是与阴极射线发光材料类似的粉末材料, 即场发射荧光粉。在真空条件下, 颗粒度约为数微米至数十微米的 FED 荧光粉受电子束激发后发出可见光。荧光材料的性能对 FED 显示器是至关重要的, 合格的 FED 荧光材料应该满足以下几方面的要求^[4-5]:

(1) 亮度和效率: FED 应用于室内照明的环境, 其红绿蓝 3 种荧光粉混合成的白光亮度应大于 300 cd/m²;

(2) 发光颜色: 红绿蓝 3 种荧光粉的发光色应有较高的色纯度, 这样在色度图上可以获得较大的显色三角形;

(3) 发光亮度的束流饱和性: FED 在低加速电压下工作约为数千伏特, 为提高显示屏亮度, 必须提高器件的电子束流密度。而显示器必须在“荧光粉亮度电子束流密度特性曲线”的线性范围内工作, 这就要求荧光粉有较大的饱和电流;

(4) 荧光材料的寿命: FED 工作在大电流下, 热效应对荧光粉的组成和结构破坏严重, 因此荧光粉必须有好的稳定性。

尽量保证测试环境与使用条件相近, 方能获得可靠的检测数据及结果。由于目前还没有统一的检测标准, 本文根据工作需要自行设计并组装了一台有较完善测试功能的检测装置, 使用该系统对几种自行开发的 FED 荧光粉进行了检测, 给出了一些性能检测的方法和结果。

2 检测装置的设计

2.1 FED 荧光粉检测装置设计思路

在器件内部, FED 荧光粉是涂敷在真空腔体内的阳极之上的。施加数千伏电压以后, 阳极与阴极之间产生强电场, 阴极尖端发出电子并且在电场力的加速作用下打在阳极上, 此时处于阳极电位的荧光粉获得了电子能量并转化为光能, 发出可见光。

如果完全模拟 FED 器件结构, 按阴极和阳极的相对位置布局来构思测试系统会给检测带来极大的不便, 因为器件内电极之间的距离很小, 对电

子束无法进行有效控制从而使激发能量稳定,样品也无法摆放及更换。通过分析场效应发光器件内电极之间的电场分布并进行初步计算,认为如果试验中电子束的能量能保证与器件中激发功率等效,那么测试结果也会与实际应用情况符合。基于以上分析,作者设计了 FED 荧光粉检测装置。

2.2 检试装置的构成

FED 荧光粉检测系统的组成是由能给出电子束的真空电子腔为主体,辅以相应的电气控制、光学检测探头等仪器相配而成。

检测系统的结构如图 1 所示,由电子枪、控制柜和光路总成与光度度量 3 部分组成^[6]。

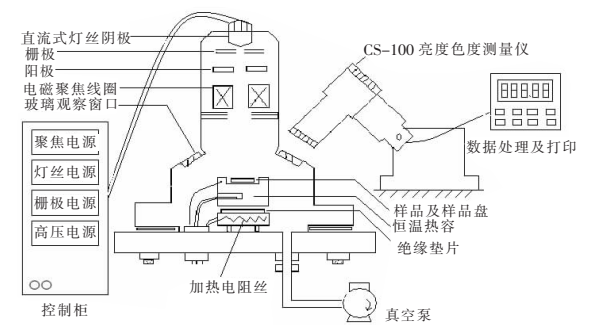


图 1 检测系统的组成

Fig. 1 Composition of detection system

2.2.1 电子枪

电子枪位于真空腔体上部,主要由能够发射电子的直热式灯丝阴极和栅极帽组成,此外腔体内尚有阳极及其它控制电极。中部是电子透镜系统,由光阑、聚焦线圈及磁路组成。下部是样品室,最底部相当于电镜内荧光屏的位置,是可以旋转的样品盘,处于受电子束轰击的正下方。样品受激发发光,其发射光谱通过反射光路进入光学检测探头以便检测,侧端密封玻璃窗供观察样品发光情况。

2.2.2 控制柜

控制柜的功能是给抽成真空的腔体内部各电极提供相应电信号,包括交流信号、直流信号和脉冲信号,高压电流和电压等。为满足材料老化实验的要求,在样品盘的下部安装了加热器,同时配备了温控装置通过热电偶控制样品的温度。FED 系统在电性能方面有一个重要的指标就是样品束电流的稳定性。束电流的高稳定度对光斑稳定十分必要,同时也是检测结果正确的先决条件。在光谱曲线检测和记录时,只要 1% 的波动就会使

曲线出现明显的起伏或波动,给色度计算带来不可容忍的误差,亮度测量也是如此。束电流稳定度必须限制在±0.1% 范围内方可保证各项测试的精度要求,按 FED 荧光粉的检测条件控制柜给出相关指标如表 1。

表 1 控制柜测试条件

Table 1 Parameters of control cabinet

阴极电压 (V)	栅极电流 (V)	电子束电流 (μA)
1~10 000	-150~0	0~50
聚焦电流 (mA)	灯丝电流 (A)	可控温度范围 (℃)
0~500	0~2	20~150

2.2.3 光路总成与光度计量

该部分由反射光路和亮度计组成。在此使用的亮度计是外购的 CS-100 型亮度色度测量仪。

2.2.4 检测方法

被测试的粉末样品预先制备在直径为 30 mm 的不锈钢圆片上,再将其放入可拆卸的样品座上。密封后,抽真空达到 5×10^{-3} Pa。根据样品所要求的电流电压条件启动控制柜电源激发样品,同时用肉眼通过玻璃窗口观察样品发光状况,微调控制柜各相应旋钮使激发状态稳定以保证测试精度良好,用亮度色度仪读取不同条件下的亮度色度值即检测结果,于是得到材料的发光特性。如需做温度实验可事先用温控器设定温度。

3 实验结果与讨论

FED 对荧光粉的亮度、发光、颜色、发光亮度饱和性、导电性、稳定性、寿命、发光效率、粒度和形貌特征等都有一系列要求^[7,8]。本文所设计的检测仪器可检测 FED 用荧光粉的相对亮度、发光效率、颜色、温度特性和寿命等参数,具有结构简单、功能齐全的优点。

3.1 发光特性实验

固定样品激发电压,如 3 kV,每次只改变电流并记录相应的亮度和色度值通过观察会发现亮度值随电流的增加变大。由于发光区域(一般为圆型)的面积是保持不变的,能很方便计算出样品的功率密度。与功率密度对应的电流为横坐标,亮度值为纵坐标。从图 2 的功率密度曲线可以看到:

(1)在一定的激发功率限度内,材料的发光亮度与激发功率呈线性关系即发光效率恒定不变;

(2) 当电流功率密度增加到某一数值后, FED 的发光亮度不再简单地与激发功率成线性关系而呈迅速上升趋势,说明此时发光效率提高了,这种现象文献上称其为超线性发光。

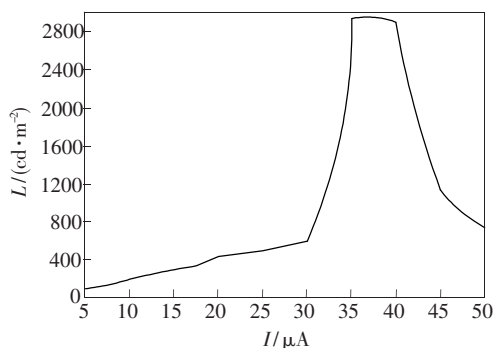


图 2 功率密度图

Fig. 2 Power density curve

3.2 温度实验

固定样品的激发功率,即保持阴极电压和电流不变(如 5 kV, 30 μA)。每次只改变样品温度,记录不同温度下的亮度值,即可得到材料的温度效率曲线。通过温度实验可以看出材料温度上升

时发光效率下降,有淬灭现象发生。

3.3 寿命实验

做极端条件下的材料实验,用 FED 系统对荧光粉施加大束流进行轰击(如 10 kV, 40 μA),经过一段时间后测其亮度和色度改变,从而推断出荧光粉的使用寿命。

3.4 烧伤实验

保持电压不变,增加电流到某数值后,亮度值不再增加转而急剧下降。同时,色坐标也发生很大变化,趋向色坐标中部,此时从观察窗口可以看到发光色趋向白色。继续增加激发功率,材料开始燃烧。试验过后取出样品,用肉眼可以看到样品有部分区域已经变黑,其余部分也已发黄。判断此即为永久破坏部分。

4 结 论

设计了一种结构简单、功能较全的 FED 用荧光粉检测装置,可以对荧光粉的相对亮度、发光效率、颜色、温度特性和寿命等参数进行检测,给出了各种参数的测试方法。该仪器已经投入使用且效果良好。

参 考 文 献:

- [1] 刘恋,童杏林,刘忠明. 场致发射显示器驱动电路研究进展及其性能研究 [J]. 光学与光电技术, 2008, 6(1): 93-96.
- [2] 林志贤,郭太良. 场致发射显示器研究与进展 [J]. 光电子技术, 2006, 26(1): 1-5.
- [3] 李玉魁,朱长纯. 场致发射平板显示器的研究进展 [J]. 微纳电子技术, 2006, (6): 266-269.
- [4] 傅丹,荆西平. 蓝色荧光粉光谱特征对 FED 性能影响的色度学模拟计算 [J]. 发光学报, 2004, 25(3): 320-324.
- [5] 邓记才,张兵临,方莉俐. FED 显示驱动电路结构及其场发射特性分析 [J]. 激光与红外, 2006, 36(10): 15-18.
- [6] 孙铁铮,李援朝,高山. 阴极射线发光测试系统的应用 [J]. 分析测试技术与仪器, 1997, 3(3): 129-134.
- [7] 余泉茂,刘中仕,荆西平. 场发射显示器 FED 荧光粉的研究进展 [J]. 液晶与显示, 2005, 20(1): 7-17.
- [8] 谢智波. 平板显示技术的新进展 [J]. 电视技术, 2007, 31(5): 34-36.

Measurement on Emitting Characteristics of FED Phosphor and Practical Measure Apparatus

AN Ji-yu¹, DENG Chao¹, SUN Tie-zheng²

(1. College of Computer Science and Technology, Henan Polytechnic University,

Jiaozuo 454003, China, E-mail: ajy770406@hpu.edu.cn;

2. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130031, China)

Abstract

A measurement scheme for field emission display (FED) materials was provided, and a test equipment was designed to test the luminescence properties and temperature characteristics of the

phosphor powder. Furthermore, the instrument could also be used for the life test of the phosphor powder because it could generate great excitation power. The data and results of the FED materials in the experiment were presented, and these experimental data and analysis could provide a foundation for the design of the FED apparatus, to make the important parameters be satisfied.

Key words: FED; detection devices; light-emitting characteristics; life-test

作者简介:安吉宇(1977—),男,吉林长春人,博士,副教授,主要研究方向为 GPRS 无线监控、液晶与显示、嵌入式系统。



用阿拉伯数字表示的数值的书写规则

1. 4 位和 4 位以上的数字用三位分节法。例如:2 613. 3,3. 141 592 6,间隙大小为 1/4~1/2 个汉字。
2. 纯小数小数点前的“0”不能省略。
3. 多位数不能断开转行。例如:将一个小数从小数点处断开,小数点留在行末,小数点后的数字移下行行首。;将一个百分数在“%”前断开,将“%”移到下一行等。
4. 阿拉伯数字不能与除万、亿及 SI 词头中文字符号外的汉字数词连用。例如:“十二亿一千五百万”可以写成“121 500 万”或“12. 15 亿”但不能写成“12 亿 1 千 5 百万”。
- 当百、千、兆等为法定单位词头时,可以与阿拉伯数字连用。例如:“5 000 米”可以写成“5 千米”,但“5 000 天”不能写成“5 千天”,天不允许加词头。
5. 数值的有效位数应全部写出。

常见的废弃单位及换算因数

单位名称	符 号	换算因子
英寸	in	1 in=2. 54 cm
托	Torr	1 Torr=133. 322 Pa
毫米汞柱	mmHg	1 mmHg=133. 322 Pa
毫米水柱	mmH ₂ O	1 mmH ₂ O=9. 80665 Pa
西西	cc	1 cc=1 mL
熙提	sb	1 sb=10 ⁴ cd/m ²
尼特	nt	1 nt=1 cd/m ²
屈光度	D	1 D=1 m ⁻¹
体积克分子浓度	M	1 M=1 mol/L
标准大气压	atm	1 atm=101. 325 kPa