

# FEDs 用荧光粉亮度和效率研究<sup>1</sup>

李 岚 卫常红 王世铭\* 熊光楠 陶洪武\* 许秀来

(天津理工学院材料物理所 天津 300191)

\*(天津理工学院化工系 天津 300191)

**摘 要** 对目前国内外 FED 荧光粉的研究现状进行了综合的描述, 特别对涉及的关键问题给予评论, 介绍了两种新的荧光粉的主要指标。

**关键词** FED, 发光亮度, 发光效率, 电流饱和, 寿命

**中图分类号** TN104.3

## 1 引言

场发射显示器 (FEDs) 由于能提供全色显示, 其图象质量可与阴极射线管 (CRT) 媲美, 重量与体积比 CRT 小很多, 因此有望在价格和质量上成为一种有前途的显示器。

作为在 FEDs 中起着关键作用的发光材料, 在近年来的研究也异常活跃, 从历届国际显示荧光体科技会议及 SID 盛会中, 该方面的论文大量增加。但大多数工作所采用的仍是借鉴传统的 CRT 用荧光粉并加以改进, 或者是真空荧光数码管 (VFD) 用的 ZnO:Zn 等低压荧光体, 在实际应用中均存在一些问题。由于 FED 荧光体是在低电压 (300-10kV), 大电流密度 (100 $\mu$ A/cm<sup>2</sup>) 的电子束激发下工作, 特有的工作状态要求人们研制新的发光材料, 提高荧光粉的发光效率, 改善余辉, 亮度饱和和发光特性, 耐强 VUV 光子和高密度电子束轰击的性能。

表 1 列出目前使用和报道的几种红、绿、蓝荧光体的主要性能。

表 1 彩色 FEDs 用红、绿、蓝荧光体性能<sup>[1]</sup>

颜色	化学式	流明效率	CIE 坐标		响应时间	
			<i>x</i>	<i>y</i>	上升	下降
红	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Eu	0.7	0.603	0.371	273	2000
	Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Eu	0.57	0.616	0.368	--	900
	SrTiO <sub>3</sub> : Pr	0.4	0.670	0.329	105	200
绿	Y <sub>3</sub> (Al, Ga) <sub>5</sub> O <sub>12</sub> : Tb	0.7	0.354	0.553	650	6500
	Y <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> : Tb	1.1	0.333	0.582	400	3900
	Zn(Ga, Al) <sub>2</sub> O <sub>4</sub> : Mn	1.2	0.118	0.754	700	9000
	ZnS: Cu, Al	2.6	0.301	0.616	27	35
蓝	Y <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> : Ce	0.4	0.159	0.118	2	2
	ZnGa <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.15	0.175	0.186	800	1200
	ZnS: Ag, Cl	0.75	0.145	0.081	28	34

FED 荧光粉主要涉及如下几种体系材料<sup>[2]</sup>: (1) 氧化物型系列 (2) 硫化物型系列 (3) 稀土硫氧化物

目前常用的红粉为 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Eu, Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S: Eu, 常用的绿粉有 ZnO: Zn, Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S: Tb, SrGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub>: Eu<sup>3+</sup> 等, 蓝粉有 Y<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>: Ce, ZnS: Ag, Cl 等。

<sup>1</sup> 1999-04-01 收到, 2000-02-03 定稿

国家自然科学基金资助项目, 天津市材料物理与化学重点学科资助项目

### 2 几种新型 FED 荧光粉的性能

由于目前国际上对 FED 的专用荧光材料的研究均在尝试和探索之中, 尚没有获得统一的想法, 我们将通过研究所获得的几种材料 ( $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ ,  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$ ,  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{14}:\text{Ag}$ ) 予以介绍, 并与商用荧光粉  $\text{ZnS}:\text{Ag, Cl}$  或  $\text{ZnS}:\text{Zn}$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$  进行比较。

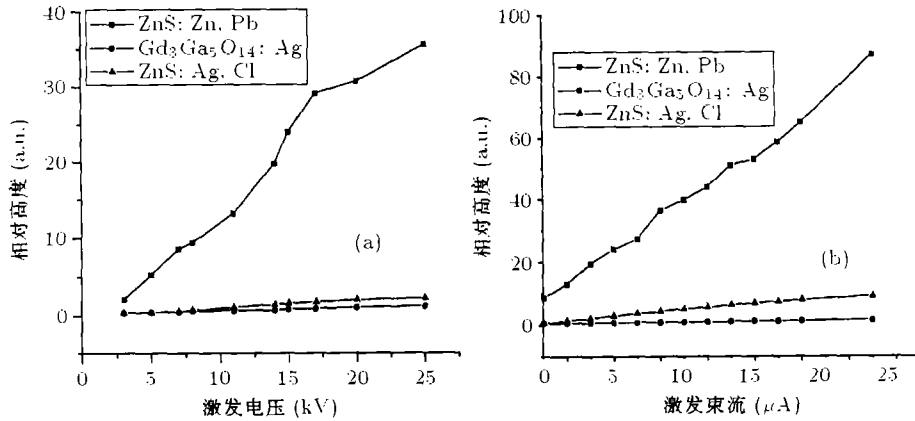
2.1  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$ (蓝),  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ (蓝) 和  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{14}:\text{Ag}$ (红) 荧光粉的光谱特性 表 2 是  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$  与  $\text{ZnS}:\text{Ag, Cl}$ ,  $\text{ZnS}:\text{Zn}$  蓝色荧光材料以及  $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$  和  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{14}:\text{Ag}$  红色荧光粉的主要光学参数的比较, 可以看出,  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$  与  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$  在色坐标方面基本满足商用要求, 而  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$  亮度则有所提高, 目前结果来看,  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$  的效率较  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$  要低, 但由于其具有稳定性好, 不污染阴极的特点, 如果在亮度和效率达到实用水平, 将代表未来 FED 荧光粉的发展趋势。

表 2 几种荧光粉发光特性<sup>[3]</sup>

荧光材料	$\text{ZnS}:\text{Ag, Cl}$ (蓝)	$\text{ZnS}:\text{Zn}$ (绿)	$\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$ (蓝)	$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ (红)	$\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{14}:\text{Ag}$ (红)	$\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ (蓝)
发光亮度 (a. u.)	6.8	5.86	51	16.1	2.76	4.68
色坐标	$x = 0.145$ $y = 0.081$	$x = 0.148$ $y = 0.171$	$x = 0.145$ $y = 0.16$	$x = 0.652$ $y = 0.346$	$x = 0.597$ $y = 0.440$	$x = 0.160$ $y = 0.043$
主波长 (nm)	460	468	471	606	594	454
余辉时间 ( $\mu\text{s}$ )	80	100	120	700	...	...

注: 除  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$  外, 以上样品是在加速电压为 10kV、电流密度  $10\mu\text{A}/\text{cm}^2$  测得的。

2.2  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$ (蓝),  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ (蓝) 和  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{14}:\text{Ag}$ (红) 荧光粉的电压及电流特性 图 1 是  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$ (蓝) 和  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{14}:\text{Ag}$ (红) 发光亮度随加速电压和激发电流的变化曲线, 以商用  $\text{ZnS}:\text{Ag, Cl}$  作为比较, 由于测试条件所限, 仅在 3000V 以上进行了测量。由图中可以看出,  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$  的相对发光亮度比  $\text{ZnS}:\text{Ag, Cl}$  要高, 尤其在高电压或大电流密度区域, 达到 10 倍以上, 由于我们采用的合成方法与通常硫化锌型荧光材料的合成方法有所不同, 我们认为, 所形成的荧光粉虽然同属于复合发光, 但其发光机制可能完全不同, 而且 Pb 在其中的作用是什么? 目前尚没有清楚, 将有待于今后继续研究。



(a) 相对发光亮度随激发电压的变化曲线 (b) 相对发光亮度随激发电流的变化曲线

图 1  $\text{ZnS}:\text{Zn, Pb}$ ,  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{14}:\text{Ag}$  与  $\text{ZnS}:\text{Ag, Cl}$  的电压电流特性

我们首次将  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$  用于 FED 中, 这种材料可以避免硫化物材料对阴极的污染, 但在效率上还比较低, 尚需要进一步提高。图 2 是  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$  蓝色材料在电子束激发下发光效率随电压的变化曲线。

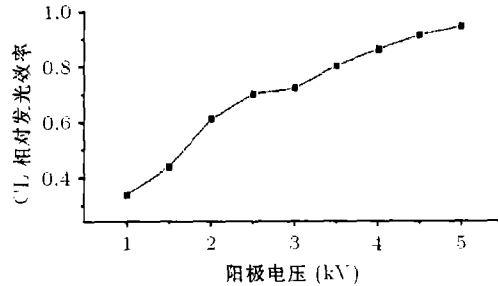


图 2  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$  的发光效率随阳极电压的变化

### 结 论

目前, 对 FED 荧光粉的研究比较广泛, 但真正适用于 FED 的荧光粉还不多见, 而 FED 达到实用水平, 荧光材料的作用是比较关键的, 可以预见, 其发展将使 FED 的用途和市场更加广阔。

### 参 考 文 献

- [1] 刘行仁, PDP, FED 及 LED 发光材料的最近进展, 液晶与显示, 1998, 13(3), 155-158.
- [2] 雷鸣编译, 全色低压场发射显示用荧光粉, 光电子技术, 1997, 17(3), 233-237.
- [3] 李岚等, 蓝色低压阴极射线荧光粉  $\text{ZnS}:\text{Zn}, \text{Pb}$  的研究, 发光学报, 1997, 18(4), 286-289.

## THE RESEARCH STATUS OF PHOSPHOR FOR FEDs

Li Lan Wei Changhong Wang Shiming\*

Xiong Guangnan Tao Hongwu\* Xu Xiulai

(The Institute of Material Physics, Tianjin Institute of Technology, Tianjin 300191, China)

\*(Department of Chemical Eng., Tianjin Institute of Tchnology, Tianjin 300191, China)

**Abstract** The research status of phosphor for FEDs is summarily described. Some key questions are reviewed in details. The CL performance of our newly developed phosphor are reported.

**Key words** FED(Field emission display), Luminescence efficient, Lifetime, Phosphor

- 李 岚: 女, 1964 年生, 副研究员, 主要从事发光材料、固体物理的研究工作。  
 卫常红: 女, 1968 年生, 助理研究员, 从事发光材料、固体物理的研究工作。  
 王世铭: 男, 1963 年生, 工程师, 从事化学合成工作。  
 熊光楠: 男, 1940 年生, 研究员, 从事光电子信息材料, 固体发光的研究工作。  
 陶洪武: 男, 1938 年生, 高级工程师, 从事化学合成工作。  
 许秀来: 男, 1970 年生, 博士生, 从事固体发光工作。