

LED 微集成矩阵组件研制

侯凤勤 卢景贵 张富文

(中国科学院长春物理研究所, 长春 130021)

摘要 采用发光二极管混合集成技术, 研制成功了用于信息记录和显示的 6×21 LED 微集成矩阵组件. 本文介绍了组件的设计结构、制备方法和主要技术参数.

关键词 发光二极管, 混合集成, 微型组件

1 引 言

LED 集成化列阵、矩阵组件, 除了具有分立的 LED 的优点外, 可以用于扫描直观成象, 也可用于扫描摄影成象. 由于整体化的集成制作, LED 显示组件尺寸精、使用可靠性高、分辨率高、一致性好, 并且体积小重量轻. 6×21 LED 集成矩阵是高速摄影测量仪做数据记录的关键部件. 以往采用的投影式数据点阵记录系统, 是在高速电影式摄影机以外另加一套光学投影系统, 由 5 mm 左右的分立发光体(氖灯或 LED 分立件)组成点阵屏, 再经图 1 光学系统微缩投影到高速摄影机底片上, 其结构复杂, 重量达十几公斤.

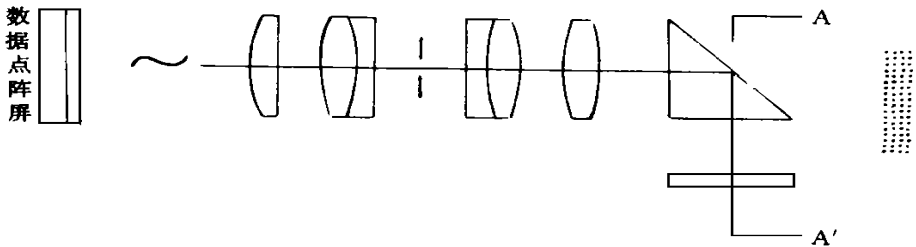


图 1 氖灯或 LED 点阵投影系统

Fig. 1 Ne lamp or LED matrix projective system of data record.

采用 6×21 微集成 LED 矩阵组件, 以 $1:1$ 贴装高速摄影机片门, 直接做数据记录. 其应用结构示意图如图 1 所示, 它不需要再加光学投影系统.

2 LED 集成矩阵组件设计

2.1 根据实用需要 LED 集成矩阵组件设计要求

1. 组件外结构尺寸微小、不能影响胶片摄影画幅.
2. 组件贴装尺寸精度高、表面平行度 $< \pm 10 \text{ m}$.
3. X-Y 寻址扫描记录.
4. LED 元间严格的光隔离.
5. 拍片矩阵满足自动、半自动判读需要, 拍片密度 $D = 1.2$, 边缘整齐无明显扩散.

2.2 LED 集成矩阵组件设计结构

LED 集成矩阵组件研制采用混合集成技术, 其结构由基座、电极层、芯框、过渡框、光栏、LED 芯片组成. 图 3 给出结构示意图.

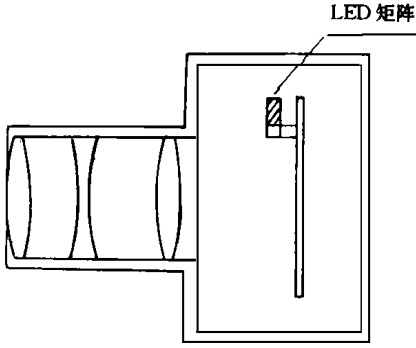


图 2 LED 微集成组件贴近记录数据点阵原理结构

Fig. 2 The principle structure chart of the close record fashion of the LED micro-integrated matrix module.

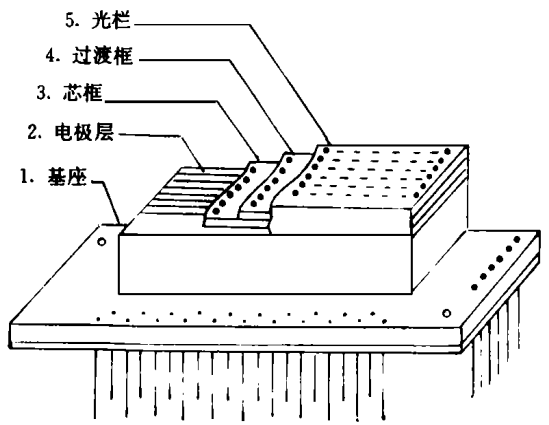


图 3 6×21 LED 矩阵结构示意图

Fig. 3 The structure chart of 6×21 LED matrix module.

组件基座底面尺寸 $32 \times 14 \times 5 \text{mm}^3$, 基座上有源区台面 $19 \times 7 \times 5.8 \text{mm}^3$, 发光元中心距横向 0.82mm , 纵向为 0.92mm , 发光元拍片尺寸为 $0.395 \times 0.263 \text{mm}^2$, 由光栏来限定, 外引线 6 负, 21 正.

3 LED 集成矩阵组件试制工艺

1. LED 芯片: 采用液相外延制备方法的效率高, 均匀性好的 GaP/GaP(Zn-O) 材料, $\rho = 700 \text{nm}$.
2. 基座及配件: 采用高温烧成黑瓷基座.
3. 光栏: 采用精细加工方法制成.
4. 基座布线电极: 基座上下相对两面电极网印 Mo-Mn 厚膜并电镀 Au 制成.
5. 组件的装配工艺: 芯片底电极以 Ag 胶与电极连结; 芯片上电极, 以超声微引线焊接与基座上电极连结; 然后采用环氧树脂真空浇铸, 封装保护. 对接光栏采用树脂胶粘接.

4 LED 集成组件测试结果

1. 对所制备的 LED 集成组件进行了光电参数测试, 典型组件的 I_F-V_F 、 L_V-I_F 和光谱特性曲线分别为图 4、图 5、图 6.

2. 对多块 LED 集成组件测试参数进行综合归纳, 列出如表 1 的多种参数值.

LED 矩阵组件的不均匀性. 采用如下公式计算得出:

$$\frac{L}{L_0} = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i - L_0}{n} \right)^2}$$

其中: L 为均方根绝对偏差

L_0 为亮度平均值

L_i 为单元 LED 亮度测试值

n 为组件发光元数

表 2 列出抽测典型组件逐元测试亮度分布, 组件不均匀性 $\pm 14\%$.

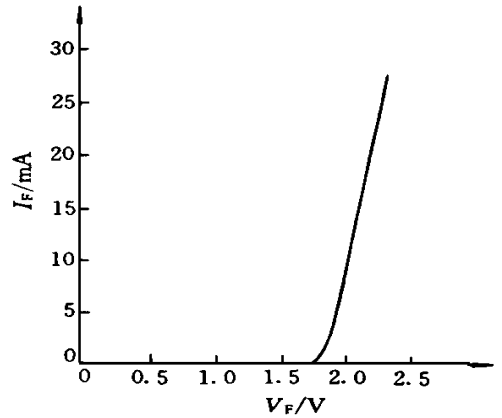


图 4 单元 LED 组件的 V_F - I_F 特性

Fig. 4 V_F - I_F characteristic of a LED chip.

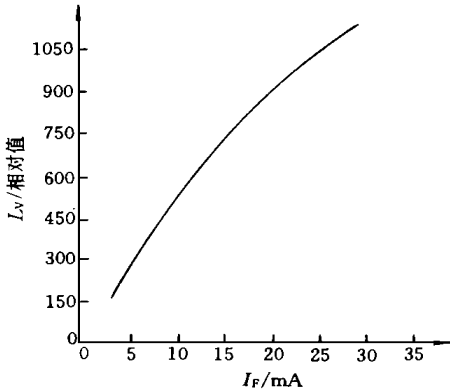


图 5 单元 LED 组件的 L_V - I_F 特性

Fig. 5 L_V - I_F characteristic of a LED chip.

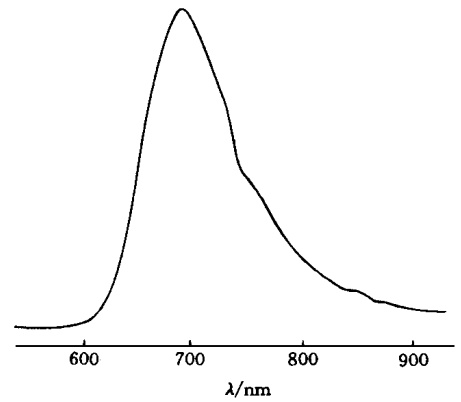


图 6 LED 集成组件光谱特性

Fig. 6 The emission spectrum.

表 1 LED 微集成矩阵组件主要光电参数综合测试典型值

Table 1 The typical values of the main light-electric parameters.

序号	参数名称	符号	单位	最小值	典型值	最大值	条件
1	正向电压	V_F	V	2.00	2.05	2.20	$I_F = 10\text{mA}$
2	发光亮度(平均)	L_V	cd/m^2	500	850	1580	$I_F = 10\text{mA}$
3	发光峰波长	λ_p	nm		700		$I_F = 10\text{mA}$ 室温
4	发光半幅宽度		nm		100		室温
5	密度	D			1.2		

表 2 典型件逐元测试电压和亮度值. 组件编号: 126-1; 正向电流: 10mA

Table 2 The relation voltage and brightness of a typical LED matrix module.
(No. 126-1; $I_F = 10\text{mA}$)

序号	1		2		3		4		5		6		
	电压	亮度	电压	亮度	电压	亮度	电压	亮度	电压	亮度	电压	亮度	
	V	cd/m ²	V	cd/m ²	V	cd/m ²	V	cd/m ²	V	cd/m ²	V	cd/m ²	
1	2.00	667	2.05	917	2.00	833	2.00	750	2.00	667	2.00	583	
2	2.00	667	2.00	667	2.05	667	2.00	667	2.00	750	2.00	833	
3	2.10	583	2.00	667	2.00	583	2.00	750	2.05	750	2.00	1000	
4	2.00	833	2.00	667	2.00	833	2.05	667	2.05	833	2.00	750	
5	2.00	750	2.00	1000	2.00	917	2.05	833	2.00	500	2.00	917	
6	2.00	833	2.00	750	2.00	1000	2.00	1000	2.00	833	2.00	917	
7	2.00	750	2.00	750	2.00	833	2.00	1000	2.05	917	2.00	917	
8	2.05	833	2.05	917	2.00	1000	2.05	1000	2.00	833	2.00	833	
9	2.00	833	2.00	917	2.00	1083	2.05	833	2.00	833	2.00	750	
10	2.00	833	2.00	917	2.00	750	2.00	917	2.00	833	2.00	917	
11	2.00	833	2.00	833	2.00	833	2.05	833	2.00	833	2.00	833	
12	2.05	750	2.00	750	2.00	917	2.05	917	2.00	833	2.00	833	
13	2.00	750	2.05	917	2.00	833	2.05	1000	2.00	833	2.05	833	
14	2.00	750	2.00	833	2.00	917	2.00	917	2.00	667	2.00	667	
15	2.00	1000	2.05	917	2.05	833	2.05	1000	2.00	667	2.00	667	
16	2.00	1000	2.00	833	2.05	917	2.00	917	2.00	833	2.10	1000	
17	2.05	750	2.00	750	2.00	667	2.00	750	2.00	750	2.05	1000	
18	2.05	750	2.00	917	2.05	1000	2.05	667	2.00	750	2.00	1000	
19	2.00	750	2.00	583	2.00	1000	2.05	917	2.00	833	2.00	750	
20	2.00	917	2.00	660	2.00	1000	2.00	667	2.00	833	2.00	667	
21	2.00	750	2.00	750	2.00	917	2.00	917	2.00	833	2.00	1000	
平均亮度/cd/m ²					823		亮度不均匀性					± 14%	

3. 拍片效果及判读

经多次与配套设备装调, LED 组件拍片点阵效果良好. 实拍点阵复印样片如图 7 所示. 拍片点阵清晰, 满足判读要求.

5 结 语

在高速摄影技术中, 为采用一种新的点阵屏结构代替以往所用的复杂、笨重的分立

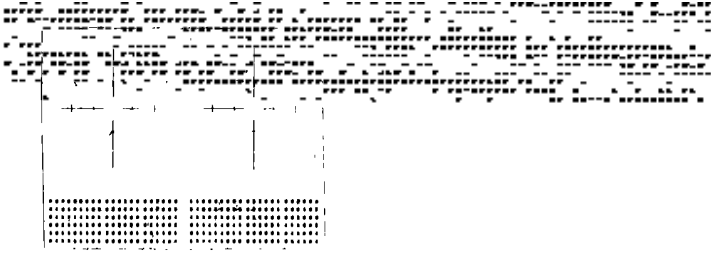


图 7 组件拍片实样复印件

Fig. 7 The copy of the film of the light-emitting dots.

元件点阵屏的光学缩微系统, 根据高速摄影技术对发光点阵屏外形尺寸、精度、控制和判读要求, 设计了如图 3 所示的 LED 微集成矩阵组件, 以 1:1 的方式贴装到高速摄影机的快门上. 选用高效率、均匀性好的 GaP 发光芯片, 采用芯框、过渡框和光栏等技术措施, 保证拍片点阵的质量, 满足了全自动和半自动判读要求. 成功地研制出 6×21 LED 集成矩阵组件, 用于多种微型高速摄影测量仪和小型光电经纬仪作数据记录. 该类组件可广泛应用于快过程测量记录以及体育、科研、各种仪器、仪表显示等, 均有广阔应用前景.

LED MICRO-INTEGRATED MATRIX MODULE

Hou Fengqin Lu Jingui Zhang Fuwen

(Changchun Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

Abstract

6×21 LED micro-integrated matrix module was developed by light-emitting diode hybrid integration for use of data record and display. In the paper, the designing construction, process and main technical parameter are introduced.

Key words light-emitting diode, hybrid integration micro-module