

教师签字

总成绩

90

## 实验(55) 光纤传输技术

## 一. 实验目的

1. 了解音频信号光纤传输系统的结构及选配各主要部件的原则;
2. 熟悉半导体电光/光电器件的基本性能及主要特性的测试方法;
3. 掌握音频信号光纤传输系统的调试技术.

## 二. 实验原理

1. 系统的组成: 主要包括由半导体发光二极管及其调制与驱动电路组成的光信号发送器、传输光纤和由光电二极管、I-V变换电路和功放电路组成的光信号接收器三部分。本实验采用中心波长 $0.85\mu\text{m}$ 的GaAs半导体发光二极管作光源, 峰值响应波长为 $0.8\sim 0.9\mu\text{m}$ 的硅光电二极管作光电检测元件。
2. 光纤的结构及传光原理: 光纤由纤芯和包层两部分组成。按其折射率沿光纤截面的径向分布状况分成阶跃型和渐变型两种光纤。本实验采用阶跃型光纤作为信道。通常把 $\sin \theta_{\max} = (n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}}$ 定义为光纤的理论数值孔径, NA越大, 表明光纤对子午射线捕获的能力越强。
3. 半导体发光二极管结构及工作原理: 光纤通信系统中对光源器件在发光波长、电光效率、工作寿命、光谱宽度和调制性能等均有特殊要求。本实验采用LED作光源器件。
4. LED的驱动及调制电路: 以BG1为主构成的电路是LED的驱动电路, 调节这一电路中的 $W_1$ 可使LED的偏置电流在 $0\sim 50\text{mA}$ 的范围内变化。被传音频信号由以IC1为主构成的音频放大电路放大后经电容器 $C_4$ 耦合到BG1基极, 对LED的工作电流进行调制, 从而使LED发送出光强随着音频信号变化的光信号, 并经光导纤维把这一信号传至接收端。

## 三. 实验主要步骤或操作要点

## 5. 光信号接收器.

SPD是峰值响应波长与发送端LED光源发光中心波长很接近的硅光电二极管, 它对峰值波长的响应度为 $0.25\sim 0.5\text{mA}/\mu\text{W}$ .

## 操作要点:

### 1. LED 伏安特性测定

(1) 把两端均为单声道插头的电缆线一端插入光纤信道的 LED 输入插口, 另一端插入前面板的 "LED" 插孔.

(2) 切换开关向 "LED" 一侧 (3) 切换开关向 "语音" 一侧.

(4) 调节 "偏流调节" 电位器.

### 2. LED 电光特性测定.

(1) 光电探头插入光纤信道的光纤出光端插口, 另一端插入前面板的 "SPD" 插孔.

(2) 切换开关 "I-V" (3) 开关 "光功率计" (4) 调节 "偏流调节" 电位器.

### 3. SPD 光电特性测定.

### 4. 仪器最佳工作点 (偏置电流) 的设置.

### 5. 语音信号的传输

### 6. 选作内容.

用示波器观察 I-V 变换器的输出信号峰-峰值, 记录数据.

#### 四. 实验数据

##### 1. LED伏安特性.

电压表(mV)	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1400	1450	1500	1550	1600
毫安表(mA)	0.0	0.1	0.2	0.5	0.9	1.5	2.5	7.4	13.8	21.9	32.3	43.7
	1650											
	55.9											

##### 2. LED电光特性.

毫安表(mA)	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0
光功率计( $\mu$ W)	0.0	1.6	7.0	13.6	21.0	28.3	35.4	42.3	49.0	55.4	61.6

##### 3. SPD光电特性

光功率计( $\mu$ W)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
电压表(mV)	0	139	281	422	561	702	829	966	1102	1241	1376

##### 4. 仪器最佳工作点.

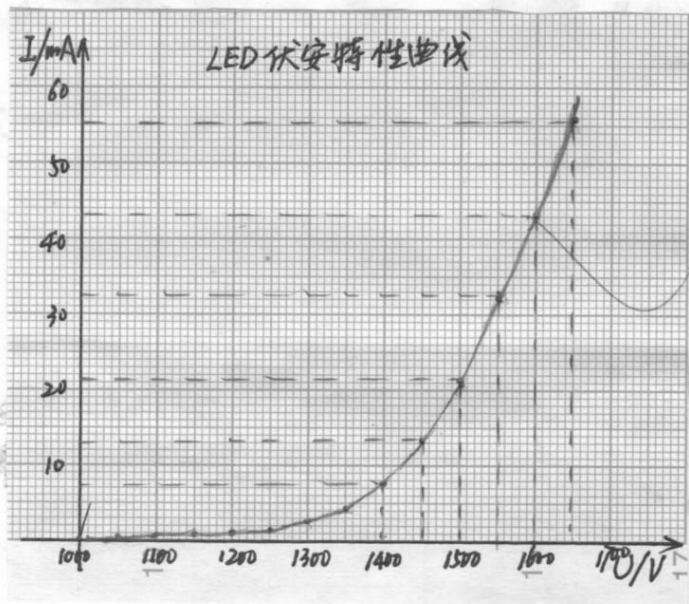
LED偏置电流(mA)	10	20	30	40
峰-峰值(mV)	170	340	470	580

##### 5. 幅频特性.

##### 五. 数据处理

##### 1. LED伏安特性曲线

频率(KHz)	0.1	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	9	12	16	20
峰-峰值(mV)	470	470	470	470	450	450	450	445	450	440	420	370	335	280	210	170

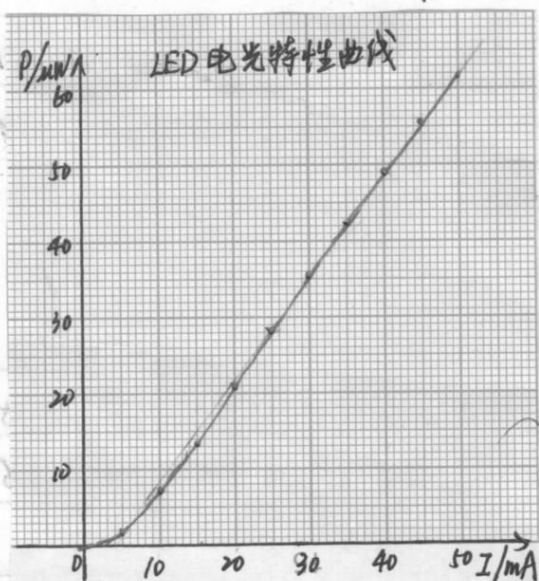


由图可知 LED 的伏安特性曲线呈现非线性变化, 随着电压增大, 其电流值上升先缓慢, 后来逐渐加快. 说明 LED 是非线性元件.

其正向特性曲线为 3 段: 第 1 段是正向电压较小, 正向电流几乎为 0; 当达到“开启电压”后, 出现正向电流, 但增长速度较慢; 当电压较大时, 正向电流迅速增大. 接近于指数规律增长.



## 2. LED电光(p-I)特性曲线

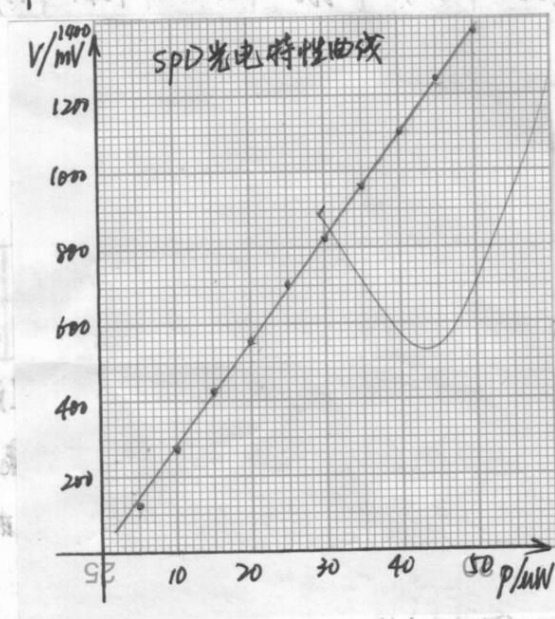


由图可知, LED的电光特性曲线是呈线性的, 随着电流的增大, 其光功率以均匀的速度增大. 但是当  $I$  很小时呈现非线性, 当  $I$  接近 10 mA 以后呈现线性关系.

其线性部分的斜率为

$$k = \frac{55.4 - 35.4}{45.0 - 30.0} \times 10^{-3} = 1.33 \times 10^{-3}$$

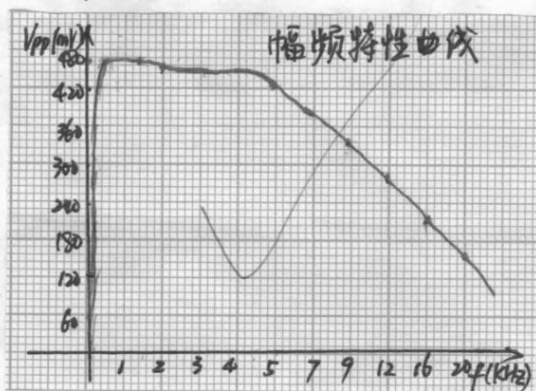
## 3. SPD光电特性曲线



由图可知 SPD的光电特性曲线是呈线性的, 且电压与光功率成正比关系.

$$\text{其斜率 } k = \frac{1102 - 561}{40 - 20} \times 10^3 = 2.7 \times 10^4$$

## 5. 选作内容



由图可知, 曲线先上升, 保持水平一段, 之后又下降. 其下限频率为 50 Hz 左右, 上限频率 5 kHz 左右, 在这个范围内音响效果是最好的.

4. 由数据可知: 偏置电流为 10 mA 时, 最大峰峰值为 170 mV; 电流为 20 mA 时, 最大峰峰值为 340 mV; 电流为 30 mA 时, 最大峰峰值为 470 mV; 电流为 40 mA 时, 最大峰峰值为 580 mV.

所以最佳工作点应设在偏置电流为 40 mA 时.

## 六. 实验结论及现象分析

### 实验结论:

1. LED 的伏安特性曲线是一条非线性曲线, 先平缓, 后逐渐变陡, 最终呈指数规律增长, 可近似将其分成三段。
2. LED 的电光特性曲线在合适的偏置电流下是具有线性关系的。
3. SPD 可以把传输光纤出射端输出的信号转变成与之成正比的电信号。
4. 根据所测数据, 仪器的最佳工作点应在偏置电流为  $40\text{mA}$  左右处。
5. 幅频特性曲线是先上升, 后保持水平, 达到一定频率后再下降, 其中保持水平的部分是音质最好的频率范围。

### 现象分析:

1. 实验过程中如果出现截止或饱和失真, 说明信号幅度过大, 要适当减小信号幅度, 保证波形不失真。
2. 当调制幅度过强时, 毫安表指示会在原来设置的偏置电流的附近左右摆动, 要减小调制信号幅度。

### 七. 讨论问题

4. 答: 为了避免和减小非线性失真, 在使用时应先给 LED 一个适当的偏置电流  $I$ , 其值等于 LED 的电光特性曲线线性部分中点对应的电流值, 而调制信号的峰-峰值应位于电光特性曲线的直线范围内。对于非线性失真要求不高的情况下, 也可把偏置电流选为 LED 最大允许工作电流的一半。
5. 答: 对硅光电二极管 (SPD), 其峰值响应波长应与发送端 LED 光源发光中心波长一致或接近。SPD 的任务是把传输光纤出射端输出的光信号的光功率转变为与之成正比的光电流  $I$ 。