

# 光纤光学与半导体激光器的电光特性实验

## 【实验目的】

- 1、了解和掌握半导体激光器的电光特性，测出半导体激光器在不同工作电流下的输出功率，求出阈值电流。
- 2、通过对输出光的观察和测量，了解和掌握光纤的一些光学特性和参数测量方法，进一步理解和巩固光学的基本原理和知识。
- 3、对光纤的使用技巧和处理方法有一定的了解。

## 【实验仪器】

GX-1000 光纤实验仪、光学实验导轨、半导体激光器+二维调整、三维光纤调整架+光纤夹、光纤、光纤座+磁吸、光探头+二维调整架、激光功率指示计、白屏、导轨滑块、信号线、示波器、一维位移架+十二档光探头、专用光纤钳、光纤刀

## 【实验内容和步骤】

### 1、半导体激光器的电光特性

- (1) 调整激光器的激光指向，使激光进入功率指示计探头。逐步减小激光器的驱动电流  $I$ ，并记录下电流值和相应的光功率值  $P$ 。
- (2) 绘出  $I$ - $P$  曲线，即为半导体激光器的电光特性曲线。曲线斜率急剧变化处所对应的电流即为阈值电流。

### 2、光纤的端面处理和耦合

- (1) 光纤的端面处理。用光纤剥皮钳剥去光纤两端的涂覆层。用光纤刀刻划一下，轻轻弯曲纤芯，使之断裂。将切好的光纤放入光纤夹，用簧片压住。
- (2) 光纤的耦合。调整激光器的工作电流，确定激光焦点的位置，使光纤端面尽量逼近焦点。将激光器工作电流调至最大，调节三维光纤调整架上的 X 轴、Y 轴、Z 轴旋钮和激光器调整架上的水平、垂直旋钮，使激光照亮光纤端面并耦合进光纤，直到在白屏上看到明亮、对称、稳定的梅花状光斑。
- (3) 用功率指示计监测输出光强的变化，记下功率值  $P_0$ ，与输入端激光功率  $P_1$  之比即为耦合效率。

### 3、光纤数值孔径的测量

方法一：光斑扫描测量法

- (1) 耦合光纤，将数值孔径测量附件（十二档光探头）置于光纤输出端面前 40-80mm

处。将探头光栏置于 0.5 或 1mm 档。

(2) 调整光纤与探头之间的位置，在光斑中心附近找到功率指示最大的点。

(3) 用一维位移架移动探头，使探头扫过整个光斑。记录下光强与位置的关系，绘出光强分布曲线，应为近似的高斯曲线。

(4) 以该曲线最高点的  $1/e$  处的尺寸作为光斑直径，再测出光纤端面至测量面的距离，求出  $\theta$ 。

方法二：功率法

(1) 耦合光纤，将十二档光探头光栏置于 6.0 档，并使之紧贴光纤输出端面，以保证输出光可全部进探头。用功率指示计检测光纤输出功率，轻微调整耦合旋钮，尽量使功率达到最大。记下此时功率指示值及探头光栏位置。

(2) 向后移动十二档光探头。仔细调整光纤与探头之间的相对位置，使可探测到的功率为最大功率的 90%，此时探头光栏的孔径即为光斑直径。测量此时光纤端面到探头光栏间的距离 H。

(3) 由光斑直径和 H 即可求出  $\theta$ 。

#### 4、传输时间的测量

(1) 耦合光纤，将二维可调光探头与实验仪接收板中的“输入”相连，示波器 CH2 通道与实验仪接收板中（解调前）“波形”与相连，双踪示波器的 CH1 通道与实验仪发射板中输出“波形”相连。

(2) 示波器触发拨到 CH1 通道，显示键置于双踪示波器同时显示，CH1 的电压旋钮置“2V/Div”档，时间周期旋钮置  $10\mu\text{s}/\text{Div}$ 。

(3) 将实验仪功能键置于“脉冲频率”档，电流置于最大，旋转“脉冲频率”旋钮，在示波器上应看到一定频率的方波，并使脉冲频率约为 50KHz ( $T=50\mu\text{s}$ )。

(4) 示波器 CH2 的电压旋钮置“2V/Div”档，观察 CH2 通道的波形，调整二维可调光探头的位置和光纤输出端面之间的距离，使 CH2 的波形尽量成为矩形波。

(5) 示波器“扫描频率”置  $1\mu\text{s}/\text{Div}$  档，调整“脉冲”频率旋钮，使示波器 CH1 通道只显示一个周期。再调整二维可调光探头的前后位置，使 CH2 上升沿波形尽量前移，并记录下此时的位置（以波形幅度的 90%处为准）。

(6) 用二维可调光探头直接监测输入端激光器的光强，观察示波器 CH2 通道的波形。调整二维可调光探头，使波形尽量与光纤输出端的波形（上述步骤 5）近似，且上升沿尽量靠前，记录上升沿的位置。

(7) 将上述两次上升沿位置相比较，其时间差即为光在光纤中的传播时间。由光纤长度及传输时间可计算光在光纤中的传输速度，求出光纤纤芯的折射率。

## 5、模拟（音频）信号的调制，传输和解调还原

(1) 耦合好光纤。

(2) 示波器的 CH1 和 CH2 通道分别与输出“波形”和（解调前）“波形”相连，“扫描频率”置于 10uS/Div 档。

(3) 将实验仪的功能档置于音频调制档，示波器显示应为近似的稳定矩形波。从实验仪“音频输入”端加入音频模拟信号，这时观察到示波器上的矩形波的前后沿闪动。

(4) 用示波器可分别观察实验仪发射板“调制”前后的波形和接收板“解调”前后的波形。观察、了解音频模拟信号调制、传输、解调过程和情况。

### 【注意事项】

处理过的光纤端面不应再被触摸，以免损坏和污染。断面容易损坏，一旦实验中出现光斑发散，或者耦合过小，无法调高时，一定要检查。如果确定断面损坏，及时重切，以保证实验顺利进行。

### 【思考与拓展】

- 1、为什么本实验中的光纤的耦合效率低？
- 2、本实验光纤传输中光的波长是多少，实际应用中光纤传输中光的波长应为多少？请分析原因。
- 3、结合本实验内容，谈谈对光纤传输的了解、认识，例举光纤传输在实际中的应用。