

# 分别限制异质结半导体激光器

王向武 张兴德 任大翠 王 玲

(长春光学精密机械学院)

研制成功分别限制异质结 (SCH) 激光器在2.5~3倍阈值时, 单向输出峰值功率为8~13W, 垂直于结平面方向和平行于结平面方向的全宽度半功率束发散为 $\theta_{\perp}=15^{\circ}\sim 22^{\circ}$ ,  $\theta_{\parallel}=14^{\circ}\sim 18^{\circ}$ 。

## SCH semiconductor lasers

Wang Xiangwu, Zhang Xingde, Ren Dacui, Wang Ling

(Changchun Optics and Fine Mechanics College)

### Abstract

A SCH semiconductor laser was fabricated. The peak power is 8~13 W/facet at 2.5~3 times of threshold. Beam divergence in both directions are  $15^{\circ}\sim 22^{\circ}$  ( $\theta_{\perp}$ ) and  $14^{\circ}\sim 18^{\circ}$  ( $\theta_{\parallel}$ ).

近年来, 高功率半导体激光器在射击模拟、制导、测距和引信等各领域, 得到愈来愈广泛的应用。为了提高激光器输出功率, 减小束发散, 而阈值电流又不增加很快, 人们研制了大光腔 (LOC) 半导体激光器。但是, 由于LOC激光器结构的不对称性, 使得远场光场分布产生不对称, 这样, 给光学准直系统的设计造成了一定的困难。为了得到对称的远场光场分布及进一步减小束发散, 我们在LOC激光器的基础上, 研制了分别限制 (SCH) 异质结激光器。

### 一、器件结构及器件制作

SCH激光器的6层结构及相对应的禁带宽度和折射率变化如图1所示。

注入载流子大部分被限制在有源层内, 而光波导由有源层和两个Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As无源层共同形成。

采用通常的液相外延工艺生长各层。6层分别为: (1) n-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As 限制层, ( $x=0.3$ ), 掺 Te,  $n\sim 1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ ,  $d_1=1\sim 1.5\mu\text{m}$ ; (2) n-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As 波导层,

( $y=0.03\sim 0.1$ )，掺Te,  $n\sim 5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ ,  $d_2=1\sim 2\mu\text{m}$ ; (3) P-GaAs有源层, 双掺Zn, Si,  $P\sim 1\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ ,  $d_3=0.4\sim 1\mu\text{m}$ ; (4) P-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As波导层 ( $y=0.03\sim 0.1$ ), 掺Ge,  $P\sim 2\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ ,  $d_4=1\sim 2\mu\text{m}$ ; (5) P-Al<sub>2</sub>Ga<sub>1-x</sub>As限制层, ( $x=0.3$ ), 掺Ge,  $P\sim 2\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ ,  $d_5=1\sim 1.5\mu\text{m}$ ; (6) P<sup>+</sup>-GaAs欧姆接触层, 掺Ge,  $P\sim 5\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ ,  $d_6=1\mu\text{m}$ 。外延起始温度为850℃, 生长降温速率为0.5℃/min, 溶液过饱和度为5~10℃。外延片制成后, 经镀金、合金, 最后解理、键合。

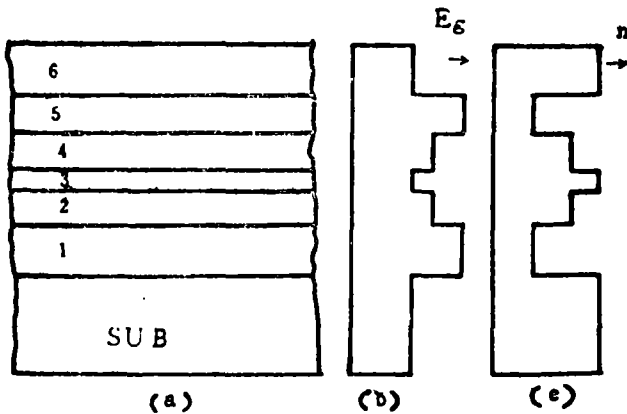


图1 (a) SCH激光器6层结构;  
(b) 禁带宽度; (c) 折射率



图2 SCH激光器的发射光谱

## 二、器件特性

### 1. 伏安特性

和LOC激光器相近, SCH激光器的正向导通电压为1.2~1.5V, 反向击穿电压为13~17V。阈值之上测V-I特性算出激光器串联电阻为0.5Ω左右。

### 2. 光谱

图2为用国产44W单色仪所测的SCH激光器的典型的发射光谱图。峰值波长为9010Å, 谱线半宽 $\Delta\lambda=4\text{Å}$ 。

### 3. P-I特性

室温下脉冲工作时, 激光器阈值电流 $I_{th}=4\sim 7\text{A}$ , 其密度 $J_{th}=4000\sim 8300\text{A}/\text{cm}^2$ 。在重复频率为5kc, 脉冲宽度为200ns的脉冲电流下, 2.5~3倍时, 激光器单向输出峰值功率为8~13W。其突变功率>25W。图3给出了几个样品的P-I特性曲线。

### 4. 温度特性

将待测样品放入烘箱内, 测出每一环境温度下的P-I特性曲线, 如图4所示, 为5-23#样品在20℃、50℃、70℃下测出的P-I曲线。特征温度 $T_0$ 一般为0~180℃。

### 5. 远场分布

图5为典型的SCH激光器的远场光强分布。SCH激光器沿结平面的全宽度半功率

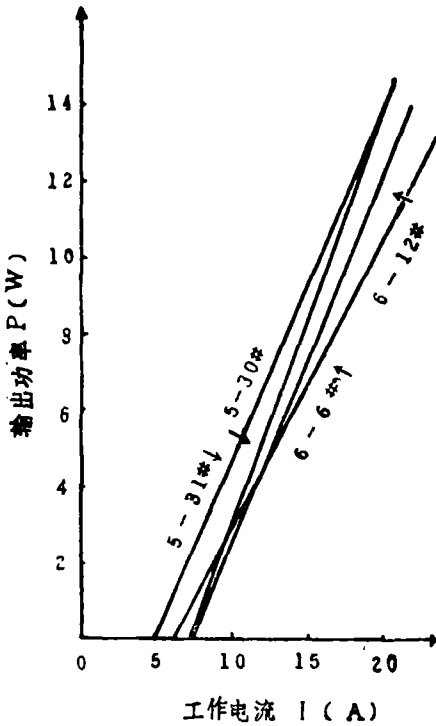


图3 SCH激光器的P-I曲线

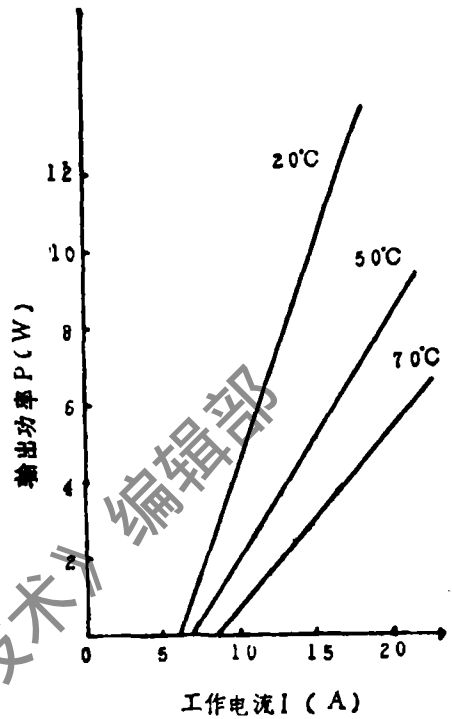


图4 不同温度下的P-I曲线

(FWHP) 束发散和LOC激光器相近, 一般 $\theta_{\text{平}}=13^{\circ}\sim 18^{\circ}$ ; 而垂直于结平面的束发散小于LOC激光器的, 一般 $\theta_{\text{垂}}=15^{\circ}\sim 22^{\circ}$ , 最小只有 $7^{\circ}$ 。

6. 寿命

用 $70^{\circ}\text{C}$ 的高温环境作加速退化试验, 使激光器输出峰值功率保持 $5\text{W}$ , 根据阿仑尼斯公式外推算出SCH激光器的室温寿命 $>1000\text{h}$ , 做实际寿命实验的 $5-31^*$ 器件在输出峰值功率为 $5\text{W}$ 下已工作 $300\text{h}$ , 现仍稳定工作。

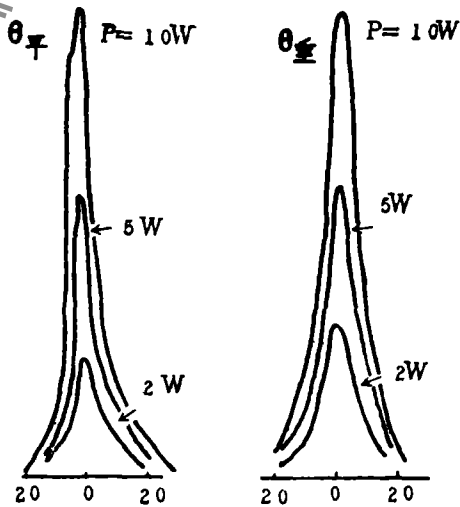


图5 SCH激光器远场光强分布 ( $5-30^{\circ}$ )

作者简介: 王向武, 男, 1960年出生, 硕士。现从事半导体激光器研制工作。

收稿日期: 1987年7月21日。