

长腔式 Cd 扩散条形 InGaAsP/InP DH 激光器 纵模特性的实验研究

蔡伯荣

(成都电讯工程学院, 成都)

王品红

(重庆光电技术研究所, 重庆)

Experimental investigation on longitudinal mode characteristics of an InGaAsP/InP DH Cd-diffusion stripe laser with longer cavity

Cai Borong

(Department of Opto-Electronics Technology, Chengdu Institute of Radio Engineering, Chengdu)

Wang Pinhong

(Chongqing Institute of Opto-Electronics Technology, Chongqing)

摘要: 本文报道了 $1.3\ \mu\text{m}$ Cd 扩散条形长腔式 InGaAsP/InP DH 激光器的制作和特性测试。实验结果表明,长腔激光器能在较大的注入电流范围内实现单纵模工作。

关键词: 条形长腔激光器

引 言

大家知道,波长不同的激光束在光纤中经长距离传输后,会使光信号发生畸变。为了克服光纤通讯中信号的畸变,要求作为通讯系统光源的半导体激光器具有良好的单频特性。近年来人们对单频半导体激光器^[1~4]的研究十分活跃,例如分布反馈和分布布喇格反射式激光器、复合谐振腔激光器、注入锁定激光器和短腔激光器等。新近又出现了一种长腔式半导体激光器,其单频工作的机理不同于前几种激光器。目前国外对这种激光器的报道甚少,国内也只有郭长志教授

等^[5~6]作过一些理论分析和计算,给出过质子轰击条形 GaAlAs/GaAs DH 短波长长腔式激光器的实验研究结果。我们研制了 $1.3\ \mu\text{m}$ 波长的 Cd 扩散条形 InGaAsP/InP DH 长腔式半导体激光器,对有关的模式特性进行了测试。

器 件 研 制

我们采用一次液相外延技术,制作的波长为 $1.3\ \mu\text{m}$ Cd 扩散条形 DH 激光器是在 $n\text{-InP}$ 衬底上生长的四层结构,如图 1 所示,包括 Sn 掺杂的 $n\text{-InP}$ 缓冲层; InGaAsP 有

收稿日期: 1987年7月17日。

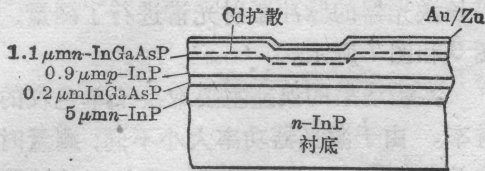


图1 激光器结构示意图

源层; Cd 掺杂的 p -InP 限制层和 Sn 掺杂的欧姆接触 n -InGaAsP 层。其中有源层厚度约为 $0.2 \mu\text{m}$, 条宽约 $12 \mu\text{m}$ 。外延片经光刻、腐蚀、扩散和蒸镀等工艺后, 解理出腔长 $l=300\sim 700 \mu\text{m}$ 的长腔管芯。为了便于比较, 还用同样的外延片解理成 $l=200\sim 230 \mu\text{m}$ 的普通腔长管芯, 最后烧上金属电极 Au/Zn 制成实验用的半导体激光器。

测试结果与分析

我们对器件的光功率-电流特性、远场图和光谱图进行了测试, 并根据实验结果分析了器件的模式特性。

1. 光功率-电流特性 ($P-I$ 曲线)

测量了不同腔长的激光器的 $P-I$ 特性如图 2 所示, 图中给出了腔长分别为 $200 \mu\text{m}$ (18# 样管)、 $350 \mu\text{m}$ (3# 样管) 和 $550 \mu\text{m}$ (2# 样管) 三只激光器的实验曲线。从这些曲线看出: 在不同腔长、同样结构的激光器的 $P-I$ 曲线上, 都出现扭折 (Kink) 现象, 再次证实了增益导引型条形 DH 激光器扭折出现的固有属性^[7], 然而比较这三条曲线看出扭折随

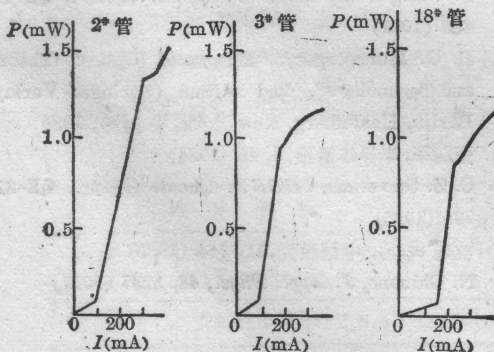


图2 不同腔长激光器的 $P-I$ 曲线

腔长增加而显著延迟, 从而加宽了 $P-I$ 曲线的线性部分。此外, 还看出长腔激光器比普通腔激光器的阈值电流低; 在同一注入电流下, 激光器的平均功率随腔长的增加而增大, 这一现象从光功率计上也直接观察到。

已有分析^[7]表明, 增益波导中, 扭折的产生主要是出现高阶横模引起的。因此, $P-I$ 特性曲线上扭折的延迟, 说明长腔半导体激光器在较大的电流范围内都是以基横模工作的。

2. 远场图

辐射空间的横模特性由“远场图”描述。我们测量了腔长 $200 \mu\text{m}$ 普通激光器 (18# 样管) 和腔长 $550 \mu\text{m}$ 长腔激光器 (2# 样管) 的远场分布, 从 $x-y$ 记录仪上获得的远场图如图 3 和图 4 所示。从图上可见, 普通腔激光

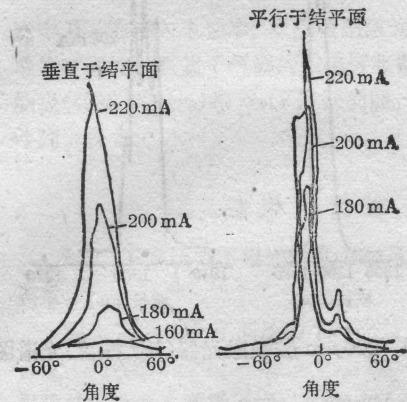


图3 $200 \mu\text{m}$ 腔长激光器 (18# 样管) 的远场图

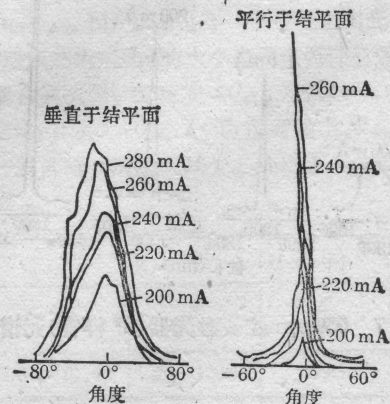
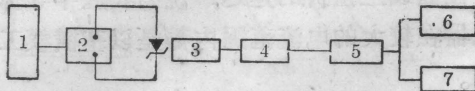


图4 $550 \mu\text{m}$ 腔长激光器 (2# 样管) 的远场图

器在平行于结平面方向出现高阶横模；而长腔激光器在此方向上都呈现单峰状态。表明长腔半导体激光器的空间场分布在一个较大的注入电流范围内确系基横模，此结果与 $P-I$ 特性的测试结果吻合。

3. 光谱图

我们采用图 5 所示的测试方框图对不同



1—稳压电源；2—脉冲发生器；3—Ge 探测器；
4—放大器；5—单色仪；6— $x-y$ 记录仪；示波器

图 5 激光器光谱测试方框图

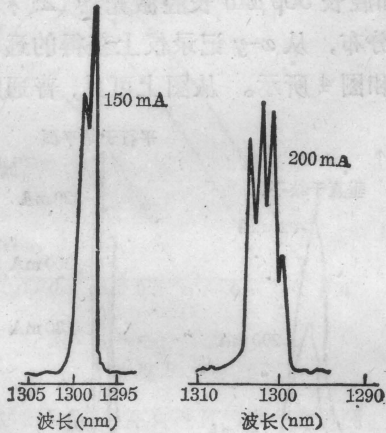


图 6 200 μm 腔长激光器(18# 样管)光谱图

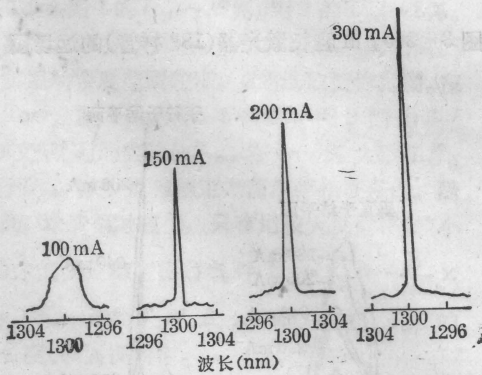


图 7 550 μm 腔长激光器(2# 样管)光谱图

腔长激光器的脉冲激射光谱进行了测量，如图 6 和图 7 所示。

实验结果的误差主要取决于单色仪的分辨率。由于激光器功率大小不同，测量时所取单色仪的狭缝宽度各异。我们取狭缝的最大宽度为 0.1 mm，最小宽度为 0.03 mm，在此宽度范围内，单色仪的分辨率最大为 0.048 nm，最小为 0.16 nm。

从脉冲激射光谱图可以看出：200 μm 腔长的普通腔激光器，其光谱半宽度约为 2 nm，呈现多个频率振荡；而腔长 550 μm 的长腔激光器的光谱半宽度约为 0.3 nm，且呈现单频振荡，从图 2 知该器件的阈值电流 $I_{th} \approx 100 \text{ mA}$ ，图 7 表明，注入电流 I 从 1.5 I_{th} 到 3 I_{th} 范围内，器件均为单纵模工作，激射波长 $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$ 。

从以上实验测得的 $P-I$ 特性、远场图和光谱的分析比较中，得出的初步结论是：长腔式 1.3 μm 波长的 InGaAsP/InP DH 激光器能在某一较大的注入电流范围内实现稳定的单频工作。

本研究所用激光器的制作，得到了电子工业部重庆光电子技术研究所孙克昌、陈军等同志的大力支持；器件性能的测试，得到了该所赵庆添、罗小琦和殷顺平等同志的热情帮助，在此谨致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 D. Botez, *IEE Proc.*, **6**, 23 (1982)
- 2 S. Wang *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-17**, 453 (1981)
- 3 R. G. Hunsperger, "Integrated Optics: Theory and Technology", 2nd edition (Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo), 1984
- 4 张瑞华, 半导体情报, **6**, 45 (1984)
- 5 C. Z. Guo *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-21**, 794 (1985)
- 6 沈峰 *et al.*, 中国激光, **11**, 664 (1985)
- 7 N. Chinone, *J. Appl. Phys.*, **48**, 3237 (1977)