

研究简报

梯形凸台衬底内条形半导体激光锁相阵列

张世林 梁惠来 原小杰

杨德林

(天津大学电子工程系, 天津, 300072) (天津光纤信息技术开发公司, 天津, 300020)

1990年12月28日收到

在P型GaAs梯形凸台衬底上, 利用一次液相外延技术, 研制出内条形半导体激光锁相阵列。在直流工作条件下, 单面最大输出功率超过136mW, 平行于结平面方向远场半角宽度2.1°, 器件最高激射温度超过80°C。

EEACC: 4320J

一、引言

目前, 国内已报道的半导体激光锁相阵列的结构, 有氧化物隔离Zn扩散平面条形^[1], 质子轰击条形或反向条形^[2], 梯形沟道衬底内条形^[3], 我们利用非平面衬底液相外延技术^[4], 设计、研制一种梯形凸台衬底内条形结构。此结构工艺简单, 由于采用内条形, 不需要Zn扩散和质子轰击等工艺, 提高了器件的可靠性。与梯形沟道衬底内条形相比, 具有容易生长, 串联电阻小优点。此外, 这种内条形激光器不单是增益波导, 而且因有源区厚度变化而存在着折射率波导。所以在一定的程度上吸收了增益波导和折射率波导的长处, 改善了器件的光-电特性和远场特性。

二、器件结构与制备

图1是所设计的梯形凸台衬底内条形半导体激光锁相阵列的剖面图。衬底选用掺Zn的P型GaAs(100)单晶, 掺杂浓度

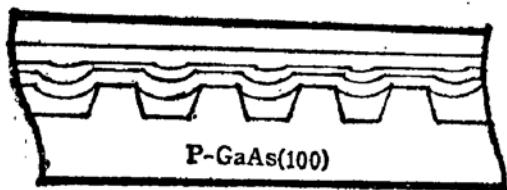


图1 器件结构剖面图

为 $1-3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, 用光刻湿法腐蚀技术, 在抛光面上腐蚀出8个单元梯形凸台。凸台宽度小于 $3 \mu\text{m}$, 重复间距 $8 \mu\text{m}$, 凸台深度 $3 \mu\text{m}$ 。然后利用非平面衬底液相外延的生长特性, 即在凸面处的欠饱和生长溶液和在凹面处的过饱和生长溶液,

一次液相外延生长电流隔离层和四层双异质结结构。即N-GaAs电流隔离层(掺Te, $\sim 6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $0.6-0.8 \mu\text{m}$), p-Ga_{1-x}Al_xAs光电限制层(掺Ge, $\sim 1 \times$

10^{18} cm^{-3} , $1-1.5 \mu\text{m}$), p-Ga_{1-x}Al_xAs 有源区(掺 Si, $\sim 7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $0.1-0.2 \mu\text{m}$), n-Ga_{1-x}Al_xAs 光电限制层(掺 Te, $\sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $0.8-1 \mu\text{m}$), N-GaAs 顶层(掺 Te, $\sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $0.5-1 \mu\text{m}$)。在 N 面蒸发 AuGeNi, P 面减薄至片厚 $80 \mu\text{m}$ 左右。在 P 面蒸发 CrAu。在 $\text{N}_2 + \text{H}_2$ 气氛中 450°C 微合金 2 分钟。然后解理、中测, 把管芯键合在镀 In 的无氧铜热沉上, 封装在实用化的管壳上。

三、器件特性

(1) 光-电特性 图 2 给出典型器件的光-电特性。由图可见, 阈值电流为 340 mA , 工作电流 557 mA 时, 输出功率为 50 mW 。正向电压 2.06 V , 串联电阻 1Ω 欧姆。我们所研制的器件单面最大微分量子效率为 26% , 单面最大直流输出功率超过 136 mW/A , 峰值波长在 $0.85-0.89 \mu\text{m}$ 范围。

(2) 远场特性 一般实用的激光器要求在基横模工作。对于三层平面波导(即 $n_1 = n_3$), 垂直于结平面的横向阶模式的有源区厚度截止条件为

$$d < \frac{\lambda}{2} \sqrt{n_2^2 - n_1^2}, \quad ①$$

式中 λ 是激光器的峰值波长, d 为有源区厚度。对于典型的 Ga_{0.7}Al_{0.3}As/GaAs 双异质结激光器, $n_2 \approx 3.56$, $n_1 = n_3 \approx 3.40$, $\lambda = 0.85 \mu\text{m}$, 代入 ① 式可求出产生基横模的有源区条件 $d < 0.45 \mu\text{m}$ 。我们设计的有源区厚度为 $0.1-0.2 \mu\text{m}$ 。由于内条形电流通路很窄($2-3 \mu\text{m}$), 从而保证激光器在基

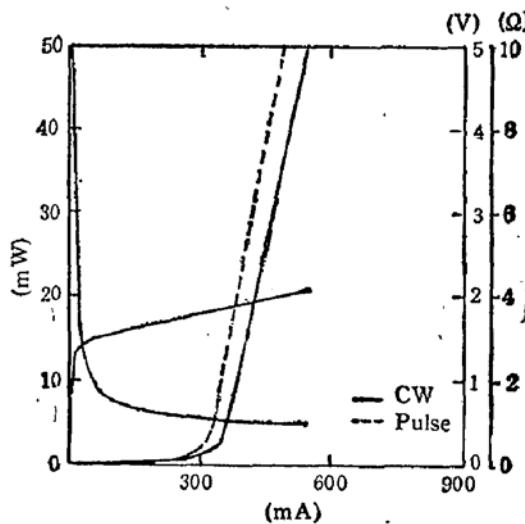


图 2 器件的光-电特性, $T_c = 20^\circ\text{C}$

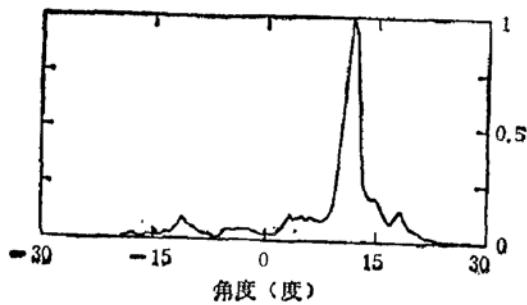


图 3 器件的直流远场分布
 $P = 50 \text{ mW}$, $I = 636 \text{ mA}$, $T_c = 20^\circ\text{C}$

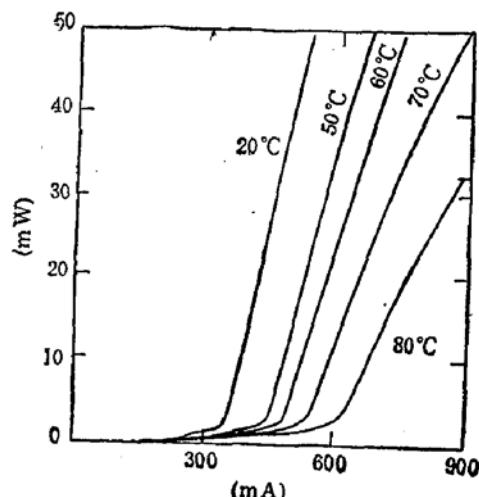


图 4 不同温度下直流输出功率-电流曲线

横模工作。

图3给出器件的直流远场半角分布。平行结平面方向的半角宽度为 2.1° ，说明该器件具有较好的模式耦合特性。

(3) 不同温度下 $L-I$ 特性 图4给出在不同温度下，直流输出功率与电流曲线。最高激射温度超过 80°C 。该特性是在 25°C 保持 50mW 功率输出条件下，老化14小时后测得的。

四、结语

我们所研制的P型GaAs梯形凸台衬底内条形半导体激光锁相阵列，具有较好的特性。在直流工作条件下，单面最大输出功率超过 136mW/A ，平行结平面方向远场半角宽度 2.1° ，最高激射温度超过 80°C ，串联电阻一般为 $0.7-1\Omega$ 。如果合理调整器件的结构参数，改善工艺条件，调整峰值波长，可望研制出用于固体激光器泵浦的实用器件。

最后对中国科学院北京半导体所集成光电子国家实验室在测试方面给予的帮助表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 方祖捷、封伟忠等, 1989年光电子器件与集成技术年会论文集, p. 83.
- [2] 刘弘度、赵东晖等, 同上, p. 86.
- [3] 赵方海、杜国同等, 半导体学报, 11(1), 78(1990).
- [4] D. Botez, *J. Cryst. Growth*, 70, 150(1984).

Trapezoidal Convex Substrate Inner Stripe Semiconductor Laser Phase-Locked Array

Zhang Shilin, Liang Huilai and Yuan Xiaojie

(Department of Electronic Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072)

Yang Delin

(Tianjin Fiber Company, Tianjin, 300020)

Abstract

On P-GaAs trapezoidal convex substrate, an inner stripe semiconductor laser phase-locked array is designed and fabricated by single-step liquid phase epitaxy. Under continuous operation, the maximum light output is over 136mW/facet . The full width at half maximum of its far-field pattern is 2.1° wide. The lasing temperature is over 80°C .

EEACC: 4320J