

# 157W 准连续 AlGaAs/GaAs 激光 二极管阵列

方高瞻 肖建伟 马骁宇 谭满清 刘宗顺  
刘素平 胡长虹 鲁琳 李秀芳 王梅

(中国科学院半导体研究所 国家光电子器件工程研究中心 北京 100083)

**摘要** 通过优化设计量子阱结构和阵列结构,减小腔面光功率密度,避免器件腔面灾变损伤,得到 1cm AlGaAs/GaAs 激光二极管阵列,在热沉温度 21℃,脉冲宽度 200μs,重复频率 100Hz 时,输出峰值功率达 157W.

**关键词:** 激光二极管, 阵列, 准连续

**PACC:** 4255P, 4260; **EEACC:** 4320J

**文章编号:** 0253-4177(2000)01-0102-03

## 157W Q-CW AlGaAs/GaAs Linear Laser Diode Arrays

FANG Gao-zhan, XIAO Jian-wei, MA Xiao-yu, TAN Man-qing,  
LIU Zong-shun, LIU Su-ping, HU Chang-hong, LU Lin, LI Xiu-fang and WANG Mei

(*Institute of Semiconductors, The Chinese Academy of Sciences,*

*National Engineering Research Center for Optoelectronics Devices, Beijing 100083, China*)

Received 21 October 1999

**Abstract** Optimizing the structure of the quantum well and array, decreasing the power density of cavity surface and avoiding COD (Catastrophic Optical Damage) effect of device, quasi-CW (200μs pulse width, 100Hz repeated frequency) power output of 157W has been obtained from a 1cm AlGaAs/GaAs linear laser diode array at a heatsink temperature of 21℃.

**Key Words:** Laser Diode, Array, Quasi-CW

**PACC:** 4255P, 4260; **EEACC:** 4320J

**Article ID:** 0253-4177(2000)01-0102-03

大功率激光二极管阵列可以直接使用. 也可以实现光纤耦合输出或者叠层成二维列

方高瞻 男, 1971 年出生, 中国科学院半导体研究所博士生, 目前从事光电子学的研究和开发.  
1999-10-21 收到

阵, 应用于泵浦固体激光器、激光加工、激光医疗等领域. 国外已有 100W 的准连续线列阵产品, 有 200W 以上的准连续 AlGaAs/GaAs 激光二极管阵列的报道<sup>[1,2]</sup>, 国内研制出 67W 线列阵, 实现了 400W 输出的 6 叠层阵列<sup>[3]</sup>. 本文报道的准连续 AlGaAs/GaAs 激光二极管阵列的输出功率达 157W.

我们研究的器件为 AlGaAs/GaAs 折射率渐变分别限制单量子阱(GRIN SCR SQW)结构, 由 P 型和 N 型限制层、折射率渐变层或波导层、量子阱层构成. 为了避免光输出功率接近腔面灾变损伤(COD)阈值, 我们减小折射率渐变层厚度, 降低光限制因子, 从而相对减小腔面光功率密度, 同时垂直于结平面方向的发散角也得以改善, 其典型的远场半峰值宽度(FWHM)为 36°, 如图 1 所示. 我们采用金属有机物化学气相沉积(MOCVD)方法进行外延生长, 制作过程如下: 在 n-GaAs 衬底(掺 Si,  $n = 1 \sim 3 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ )上, 依次生长 0.5 $\mu\text{m}$  n-GaAs 缓冲层(掺 Si,  $n = 1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ ), 1 $\mu\text{m}$  N-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As 下限制层(掺 Si,  $N = 1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ ), 75nm Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 线性折射率渐变层(非掺,  $x = 0.7 \sim 0.3$ ), GaAs 单量子阱层, 75nm Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 线性折射率渐变层(非掺,  $x = 0.3 \sim 0.7$ ), 1 $\mu\text{m}$  P-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As 上限制层(掺 Zn,  $P = 1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ ), 0.2 $\mu\text{m}$  p<sup>+</sup>-GaAs 层(掺 Zn,  $p = 1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ )和 20nm p<sup>+</sup>-GaAs 欧姆接触层(掺 Zn,  $p = 3 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ ).

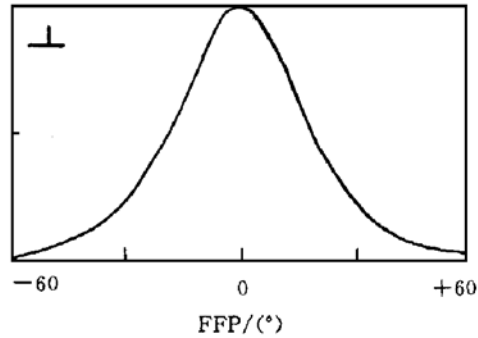


图 1 垂直结平面的远场光分布

FIG. 1 Far Field Light Distribution of Vertical Junction Plane

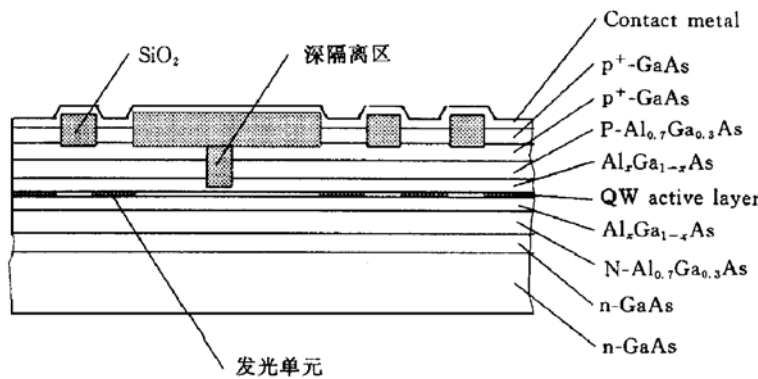


图 2 阵列结构图

FIG. 2 Structure Diagram of the Array

在检测材料的阈值电流、微量子效率和激光波长之后, 经过光刻、氧化物隔离等工艺, 形成阵列结构. 通用的线列阵长度是 1cm, 其极限输出光功率  $P_{\text{max}}$  受到 COD 阈值功率密度  $P_{\text{COD}}$  的限制. AlGaAs/GaAs 材料的  $P_{\text{COD}}$  是  $10\text{MW}/\text{cm}^2$ <sup>[4]</sup>. 为了提高 1cm 长的线列阵的输出功率, 又要避免接近 COD 阈值, 提高阵列的填充密度(发光区总长度与线列阵总长度的比值)是一条有效途径. 但是填充密度的提高, 会使发光单元间的光隔离与电隔离变得困难. 我们设计的线列阵包括 50 个发光单元, 填充密度是 70%, 腔长是 600 $\mu\text{m}$ . 采用分段隔离结构, 每 10 个发光单元为一段, 段与段之间有 10 $\mu\text{m}$  宽的深隔离区, 通过腐蚀的方法破坏深隔离区的波导层, 在段内, 我们通过微腐蚀, 防止注入电流在顶层的重掺杂的欧姆接触层扩展, 结构图如图 2. 将带有阵列结构的外延片金属化, 形成 p、n 面欧姆接触. 解理成 1cm 长的激光条(laser bar), 两端面分别镀上高反膜(反射率 > 90%)与增透膜(反射率 < 10%). 为了减小器件热阻, 避免在大的注入

电流下,有源区温升过高而出现光输出热饱和,我们将激光条 P 面朝下烧结在铜热沉上,烧结层的厚度小于  $3\mu\text{m}$ . 引出电极,形成器件.

图 3 是器件的光输出功率  $P$  和正向压降  $V$  与脉冲电流  $I$  曲线图. 热沉温度保持  $21^\circ\text{C}$ ,

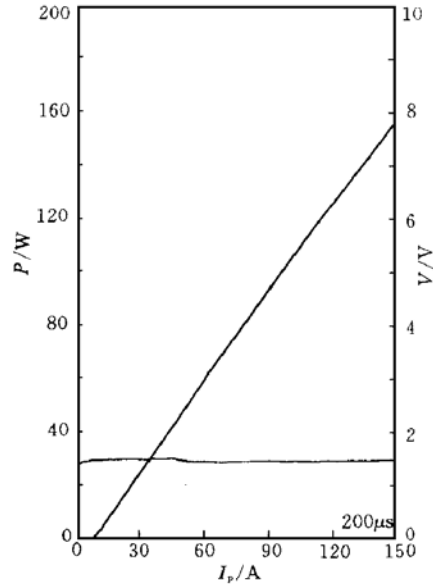


图 3  $P-I$  曲线,  $V-I$  曲线

FIG. 3 Output Power  $P$ , Forward Voltage  $V$  of a Device versus Pulse Current  $I$

器件工作在准连续状态,脉冲宽度  $200\mu\text{s}$ ,重复频率  $100\text{Hz}$ . 由于测试系统的输出电流的限制,线列阵器件的最大工作电流为  $150\text{A}$ . 在  $150\text{A}$  时,器件输出功率达到  $157\text{W}$ ,还未出现 COD 和热饱和,工作电流大于  $100\text{A}$  时,器件的斜率效率稍有下降,这是有源区温升所致.

总之,我们通过优化设计量子阱结构和列阵结构,减小腔面光功率密度,避免器件腔面 COD;采用分段隔离结构,进行发光单元间的光隔离和电隔离. 工作电流  $150\text{A}$  时,  $1\text{cm}$  长的  $\text{AlGaAs}/\text{GaAs}$  结构二极管阵列输出功率达到  $157\text{W}$ .

### 参 考 文 献

- [ 1 ] John G. Endriz, IEEE J. Quantum Electron., 1992, **28**(4): 952~ 962.
- [ 2 ] Gary. L. Harnagel, Proc. SPIE, 1990, **1219**: 186~ 192.
- [ 3 ] 肖建伟等, 高技术通讯, 1998, **8**(8): 1~ 3 [Xiao Jianwei *et al.*, High Technology Letters, 1998, **8**(8): 1~ 3].
- [ 4 ] D. Z. Garbuzov, Proc. SPIE, 1996, **2682**: 20~ 26