

文章编号: 1000-7032(1999)04-0342-04

808nm 准连续阵列半导体激光器

高 欣, 薄报学, 曲 轶, 张宝顺, 张兴德

(长春光学精密机械学院, 高功率半导体激光国家重点实验室, 吉林 长春 130022)

摘要: 报道了 808nm 无铝 InGaAsP/GaAs 高功率准连续阵列半导体激光器. 在频率 1000Hz, 脉冲宽度 200 μ s, 占空比达 20% 时, 单阵列条的输出光功率室温下达到 37W.

关键词: 准连续; 阵列; 半导体激光器; 占空比

中图分类号: TN248.4 **文献标识码:** A

1 引 言

高功率半导体激光器在工业、医疗、科研等方面有着广泛的应用, 808 nm 高功率半导体激光器是泵浦 Nd: YAG 的理想光源. 无铝 InGaAsP/GaAs 材料由于不含易氧化的铝而具有更优越的特性, 得到广泛的研究, 单管连续输出可达到 6W^[1~3]. 目前, 国内单个器件的功率大部分在 1~3W^[4~7], 也有小部分批量生产, 但是再高的大功率单个器件很难做到, 在单个器件的输出功率难以继续突破的情况下, 向高功率激光器阵列条方向发展成为一个热点. 高重复频率、高功率准连续阵列激光器在三维遥感测量、夜视照明和激光微加工等方面, 有着广泛的应用前景, 它具有重复频率高, 峰值功率高, 功率密度大等特点, 既可以弥补连续型阵列器件峰值功率不高的缺点, 又具有较大的平均功率密度, 在大功率阵列激光器的研究和应用方面具有重要的地位. 国外有报道 808nm In-GaAsP/GaAs 准连续厘米条激光器在脉宽 200 μ s、重复频率 20Hz 条件下, 获得双面激光输出 47W^[8]. 美国 SDL 公司研制的 808nm 大功率脉冲激光器, 1000 元叠加阵列, 脉宽 5 μ s、重复频率 1kHz 工作时峰值功率可以达到 2500W. 国内目前尚未见到关于 808nm 高功率厘米条阵列激光器的研究报道. 在此报道我们研制的 808nm 准连续(占空比高达 20%)厘米条阵列激光器件及特性.

2 器件制作

我们研制的激光器采用 MOCVD 方法生长的无铝单量子阱 InGaAsP/GaAs 材料, 在材料生长和工艺制作过程中不涉及因铝的存在而在腔面形成氧化物问题, 可使近腔面的非辐射复合小一个数量级^[9], 克服了激光器工作时因腔面过热减少器件寿命问题^[10]. 激光器结构采用通常的分别限制单量子阱结构, 这种结构既可保证对器件有源区中载流子的有效收集, 又具有较好的光学限制特性, 有利于降低器件的阈值电流密度, 提高器件的功率输出. 器件腔长约 1mm, 激射条宽 150 μ m, 间隔 50 μ m, 隔离沟道 10 μ m, 阵

收稿日期: 1999-06-07; **修订日期:** 1999-08-20

基金项目: 国家 863 高技术基金资助项目

作者简介: 高 欣, 吉林省人, 大学本科, 工程师, 从事高功率半导体激光器的研究工作.

列条结构见图 1. 我们采用钎焊倒装的方法, 用自制的多探针压焊装置将阵列条均匀地焊装在热沉上, 采用热沉水冷方式进行散热, 从而控制器件的工作温度, 以保证器件工作在波长 808nm 附近, 没有大的波动.

3 激光器工作特性测试

我们用积分球、探测器和 X-Y 记录仪组成的激光器测试系统, 如图 2 所示. 其原理主要是激光器输出光功率通过积分球,

在积分球内进行多次反射, 使其光功率在积分球内均匀分布, 在出射口用探测器进行接收, 即可测得激光器输出光功率. 光电压信号及激光器驱动电流信号输出到 X-Y 记录仪上, 连续调节激光器的驱动电流即可得到器件的 $P-I$ 特性曲线. 阵列激光器的光谱分布是阵列条发射光叠加后的光谱分布, 通过积分球可将激光器的输出光进行充分混合, 从出射口测出光束的光谱分布即为阵列激光器的光谱分布. 我们用 HT-9401A 综合测试仪进行光谱测试, 即可得到激光器的激光光谱. 在室温下, 我们对器件进行了测试, 在重复频率 1000Hz, 脉冲宽度 200 μ s, 占空比高达 20% 的条件下, 对阵列条激光器的特性进行了研究. 图 3 和图 4 分别是激光器的 $P-I$ 特性曲线和激光光谱.

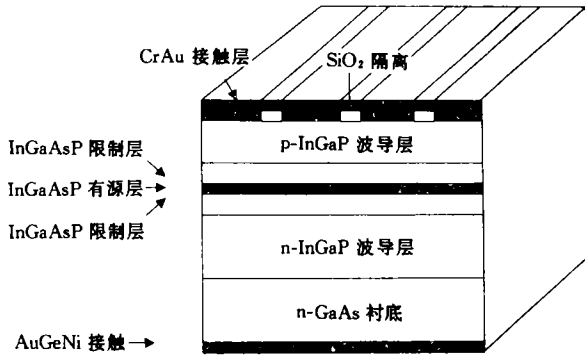


图 1 激光器阵列条的结构图

Fig. 1 Schematic diagram of laser diode bar array.

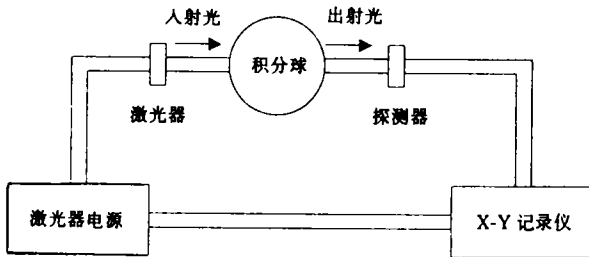


图 2 激光阵列条特性测试系统框图

Fig. 2 Setup of measurement for the property of laser array bar.

由图 3 可以看出激光器阵列条的激光功率达到 37W, 根据 $P-I$ 特性曲线的趋势可以预期阵列条的激光功率还可以继续上升. 目前受激光器驱动电源的限制(最大输出峰值电流为 50A), 未能进一步测量.

激光器在阈值电流以上工作时激光输出功率与器件工作电流之间满足很好的线性关系. 由 $P-I$ 特性曲线可以得出斜率效率:

$$E_s = \frac{P - P_0}{I - I_{th}} \quad (1)$$

其中, P_0 为在阈值电流 I_{th} 时的输出光功率, 可以近似认为 $P_0 = 0$. 从图 1 我们可以计算出斜率效率: $E_s = 1.03 \text{ W/A}$.

激光器电-光转换效率为:

$$E_p = \frac{P}{IV} \quad (2)$$

其中 P 是工作在电流 I 时的输出光功率, V 为工作电压, 这里约为 2 V . 由上式可以得出电-光转换效率 E_p 高达 39% .

图 4 是激光器阵列的激光光谱, 可知阵列条的激光光谱峰值波长为 808 nm , 激光光谱半宽为 2.5 nm .

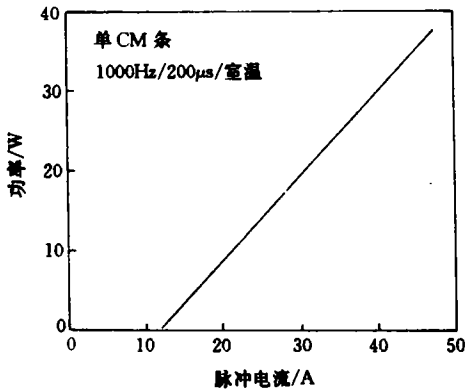


图 3 阵列条激光器的 $P-I$ 曲线

Fig. 3 Output power versus input current of laser array.

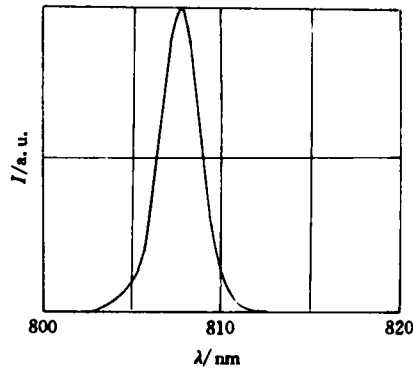


图 4 阵列条激光器激光光谱

Fig. 4 Lasing spectrum of laser array.

4 结 论

我们采用无铝 InGaAsP/GaAs 材料, 采用通常的分别限制单量子阱结构, 制成了厘米条半导体阵列激光器, 在重复频率 1000 Hz , 脉冲宽度 $200 \mu\text{s}$, 占空比 20% 的条件下, 室温测得单条激光器输出光功率达到 37 W , 激光波长为 808 nm , 斜率效率 1.03 W/A , 电-光转换效率达 39% .

参 考 文 献

- [1] Diaz J, Eliashevich I, He X *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 1994, **65**(8):1004.
- [2] Yi H, Diaz J, Lane B *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 1996, **69**(20):2983.
- [3] Wade J K, Mawst L J, Botez D *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 1998, **72**(1):4.
- [4] Bo Baoxue, Zhu Baoren, Zhang Baoshun *et al.*, *Chin. J. Lasers*, 1998, **25**(1):21 (in Chinese).
- [5] Wang Lijun, Wu Shengli, Liu Yun *et al.*, *Chin. J. Lumin.*, 1997, **18**(4):360 (in Chinese).
- [6] Gao Xin, Bo Baoxue, Qu Yi *et al.*, *SPIE*, 1998, **3547**:108.

- [7] Gao Xin, Bo Baoxue, Qu Yi *et al.*, SPIE, 1998, **3547**:118.
[8] Eliashevich I, Diaz J, Yi H *et al.*, Appl. Phys. Lett., 1995, **66**(23):3087.
[9] Fukuda M J. J. Appl. Phys., 1986, **59**(4):171.
[10] Razeghi M. Nature, 1994, **369**:631.

808nm QCW SEMICONDUCTOR LASERS ARRAYS

GAO Xin, BO Baoxue, QU Yi,

ZHANG Baoshun, ZHANG Xingde

(*State Key Laboratory of High-power Semiconductor Lasers,*

Changchun Institute of Optical and Fine Mechanics, Changchun 130022, China)

Abstract

808nm high power semiconductor laser was widely used to pump Nd : YAG laser. Here we report the quasi-continuous wave (QCW) operation of 808nm Al-free In-GaAsP/GaAs high-power 1-cm-wide laser array bar. The active layer structure we used here was the separate confine heterostructure (SCH) single quantum well. An output power of 37W with frequency of 1000Hz, pulse width of 200 μ s and duty-cycle of 20% was achieved at room temperature when driven by excitation current of 49A, which was the upper limit of our driving source. The slope efficiency of the bar was 1.03W/A. The power efficiency was estimated to be about 39%.

Key words: quasi-continuous wave; array; semiconductor laser; duty cycle