

808nm InGaAsP/ InGaP/ GaAs 激光器阵列*

王立军 武胜利 刘 云 付德惠 宁永强

吴东江 刘星元 赵家民

(中国科学院长春物理研究所, 长春 130021)

(中国科学院激发态物理开放研究实验室, 长春 130021)

摘要 研制出30个单元的 InGaAsP/InGaP/ GaAs 分别限制双异质结单量子阱激光器阵列(SCH SQW), 器件外微量子效率达78%, 发射波长808nm, 准连续输出光功率达27W.

关键词 量子阱器件, 激光器, 阵列

1 引 言

808nm 波段的半导体大功率激光器发射波长与一些固体激光器的吸收带相匹配, 并具有很高的泵浦效率, 被公认为是泵浦固体激光器最理想和最重要的光源, 已成为国际上激光器的发展热点之一^[1], 半导体激光泵浦固体激光器(DPL) 兼备了半导体激光器和固体激光器的优点. 并且互相弥补了对方的某些不足, 使其具有高效, 紧凑, 稳定, 长寿命和全固体化等优点. 以往的808nm 波段的大功率激光器多采用高铝含量的 AlGaAs 作化学包层, 在这些激光器腔面附近由于铝的氧化增强了注入载流子的非辐射复合速率, 致使激光器腔面过热, 降低了激光器的光学损失阈值^[2]. 暗线缺陷的形成和扩展也严重地降低了激光器的寿命和可靠性, 由于铝具有高的氧化速率也使再生长工艺更加困难, 这对制做掩埋异质结激光器, 分布反馈激光器以及集成光路不利. 近几年研究表明用 InGaP 做光学包层, 在界面具有非常低的复合速率(1.5cm/s)^[3] 激光器腔面温度明显降低^[2] 使大功率激光器与腔面的光学损伤阈值显著增加, 有利于功率的提高, 并且用 In-GaAsP 代替 GaAs 做限制层可以降低器件的阈值电流密度^[4], 降低内部损耗, 提高器件的内量子效率^[5], 从而进一步提高了大功率激光器的可靠性, 稳定性和寿命.

2 实 验

采用 LP-MOCVD 技术在 $10^{18}\text{cm}^{-3}\text{Si}$ 掺杂(100) GaAs 衬底上依次生长 $1\mu\text{m}$ 厚的 $\text{In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ 下限制层($\text{Si}, \text{Nd-Na} = 10^{18}\text{cm}^{-3}$), $0.2 \sim 0.5\mu\text{m}$ 厚的 $\text{In}_{0.38}\text{Ga}_{0.62}\text{As}_{0.25}\text{P}_{0.75}$ 下波导层, 20nm 厚的 $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}_{0.74}\text{P}_{0.26}$ 有源层, $0.2 \sim 0.5\mu\text{m}$ 厚的 $\text{In}_{0.38}\text{Ga}_{0.62}\text{As}_{0.25}\text{P}_{0.75}$ 上波导层, $1\mu\text{m}$ 厚的 $\text{In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ 上限制层(掺杂 $\text{Zn}, \text{Na-Nd} = 5 \times 10^{17}\text{cm}^{-3}$), $0.1\mu\text{m}$ 厚的 GaAs 欧姆接触层(掺杂 $\text{Zn}, \text{Na-Na} = 10^{20}\text{cm}^{-3}$), 蒸发 Au/Zn/Au 形成条宽 $100\mu\text{m}$ 的宽接触条形 P 面电极, AuGe/Ni/Au 形成 N 面电极, 合金, 解理后把管芯 P 面向下倒装在镀铜的铜热沉上. $660\mu\text{m}$ 腔长, $100\mu\text{m}$ 条宽, 30个单元的线阵, 两个腔面未镀光学高反,

* 国家自然科学基金, 中国科学院院长基金, 吉林省科委资助课题

低反膜.

3 实验结果及讨论

采用半导体制冷和水冷相结合的办法, 有效地对列阵器件散热. 器件在 $200\mu\text{s}$ 脉宽, 20Hz 重复频率的准连续条件下测量结果如图1所示. 列阵器件获得了比较高的微分子量子效率: 78% . (斜率效率 1.2W/A) 由图中可以看出, 在电流小于 20A 时, $I-P$ 曲线线性度很好, 量子效率随着电流增加没有明显的变化; 当电流大于 20A 时, 曲线弯曲, 量子效率随着电流的增加而下降, 这主要由热效应引起. 两腔面没有镀膜的情况下能达到如此大的输出功率, 进一步说明了这种材料不易氧化, 并且有比较大的腔面光学损伤阈值等优点, 此种材料体系比较高的电导和热导率也更有利于大功率激光器阵列器件的实现.

图2给出了 808nm InGaAsP/InGaP/GaAs 双异质结分别限制单量子阱激光器的远场图, 垂直于结平面方向为 27° . 远场图反映了光束的空间分布, 好的光束质量是激光器阵列器件应用的重要参数之一, 它与材料参数, 制造技术, 注入电流, 器件结构参数(激光器条宽, 腔长) 等都有密切的关系.

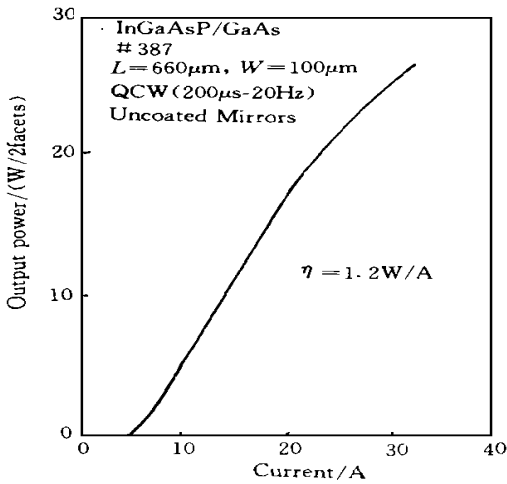


图1 1cm 长的激光器阵列, 准连续输出功率与工作电流的关系

Fig. 1 QCW output power versus current from 1cm long laser bar.

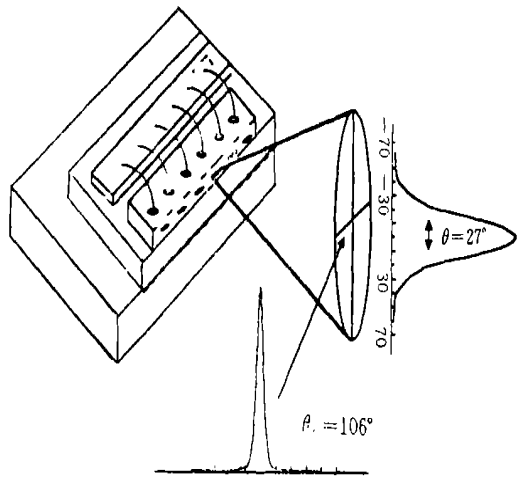


图2 激光器远场图

Fig. 2 Far field pattern.

4 结 论

研制出 808nm InGaAsP/InGaP/GaAs 双异质结分别限制单量子阱激光器阵列, 器件准连续输出达 27W , 具有小的发散角 θ : (27°), 和比较高的微分子量子效率(78%).

参 考 文 献

- [1] Diaz J, Wang L J, Yi H. LEOS '94 Boston MA, 1994: 251.
 [2] Garbuzov D Z, Antonishis N Y, Bondarev A D. IEEE. J. Quantum Electron, 1991, **27**: 1531.
 [3] Olson J M, Ahrenkiel R K, Dunlavy D J *et al*, Appl. Phys. Lett., 1989, **55**: 1208.
 [4] Chang-Hasnain C J, Bhat R, Le Blanc H *et al*, Electron Lett., 1993, **29**: 1.
 [5] Kuo J M, Chen Y K, Wu M C *et al*, Appl. Phys. Lett., 1991, **59**: 2781.

808nm InGaAsP/ InGaP/ GaAs LASER ARRAY

Wan Lijun Wu Shengli Liu Yun Fu Dehui Ning Yongqiang

Wu Dongjiang Liu Xingyuan Zhao Jiamin

(Changchun Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

(Laboratory of Excited State Processes, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

Abstract

The operating characteristics of Al-free InGaP/InGaAsP/GaAs separate confinement heterostructure single quantum well (SCH-SQW) high power laser grown by LP-MOCVD are reported. The internal differential quantum efficiency η_i is closed 100%. The external differential quantum efficiency η_d of 75% and characteristics temperature to of 146 are achieved, CW total output power both facets of 2.6W single quantum well laser with 100 μ m width, 1.1mm cavity length is obtained threshold current density J_{th} . Reciprocal differential quantum efficiency $1/\eta_d$. Emission wavelength and characteristic temperature to as function of laser cavity length L respectively have been measured and researched. Dependence of J_{th} and η_d respectively on temperature T have been given and explained. On the basis of these work, we researched and fabricated 808nm InGaAsP/InGaP/GaAs separate confinement heterostructure single quantum well (SCH-SQW) laser array with 30 elements, 1cm long laser bar. Slope efficiency 1.2W/A. Laser array working wavelength at 808nm, QCW output power is up to 27 watts.

Key words semiconductor lasers, quantum well, laser array