

宽温度锁定 808 nm 激光器阵列

张娜玲^{2,3}, 王翠鸾^{2*}, 熊聪², 朱凌妮², 李伟², 刘素平², 马骁宇^{2,3}, 赵鑫¹, 马晓辉¹¹长春理工大学高功率半导体激光国家重点实验室, 吉林 长春 130022;²中国科学院半导体研究所光电子器件国家工程研究中心, 北京 100083;³中国科学院大学材料科学与光电技术学院, 北京 100049

摘要 为了提高 808 nm 激光器对固体激光器的泵浦效率, 对其波长稳定性进行了研究。阐述了光栅设计的理论基础。将纳米压印、干法刻蚀及湿法腐蚀工艺相结合, 制备了含有一阶光栅的 808 nm 分布反馈(DFB)激光器阵列。在准连续条件(脉宽为 200 μs , 频率为 20 Hz)下对所制备的激光器进行性能测试。测试结果表明: 所制备的 808 nm DFB 激光器阵列的发射波长随温度的漂移系数为 0.06 nm/ $^{\circ}\text{C}$, 温度锁定范围可达 70 $^{\circ}\text{C}$ (-10~60 $^{\circ}\text{C}$), 随电流的漂移系数为 0.006 nm/A。

关键词 激光器; 锁定; 808 nm; 激光器阵列; 一阶光栅

中图分类号 TN248.4 **文献标志码** A

DOI: 10.3788/CJL220728

1 引言

近年来半导体激光器发展迅速, 已经成为光电子器件的核心器件, 其应用领域也在不断扩展^[1-5]。近红外波段的 800 多纳米高功率半导体激光器在泵浦固体激光器方面具有广泛的应用^[6], 其主要是使晶体中掺杂的稀有元素离子吸收激光能量后发生能级跃迁, 进而发射出激光。通常掺杂在晶体中的离子的吸收峰很窄, 而普通法布里-珀罗(F-P)腔激光器的温漂系数为 0.3 nm 左右^[7], 当 F-P 腔激光器的工作温度发生少许变化时, 其发射光谱偏离掺杂在晶体中的离子的吸收光谱, 从而泵浦效率降低。因此为了提高泵浦效率, 控制泵浦源半导体激光器的波长稳定性是非常重要的。

实现窄谱宽、波长稳定的激光激光的有效方法之一是内腔法, 其包括分布布拉格反射^[8](DBR)和分布反馈^[9](DFB)两种方法。这两种方法都是将光栅制备在半导体激光器上, 通过 Bragg 条件将激光器光谱压窄, 并降低光谱随器件工作温度及电流的漂移系数。科研人员对这两种方法都进行了研究。现已制备出 808 nm^[10]、975 nm^[11-13]和 1532.5 nm^[14]的单管波长稳定激光器, 其温漂系数为 0.062~0.08 nm/K, 锁定温度为 10~70 $^{\circ}\text{C}$ 。相比于单管, 关于阵列的波长锁定鲜有报道。Knigge 等^[15]报道了锁定范围为 25~85 $^{\circ}\text{C}$ 的波长阵列稳定激光器, 其温漂系数为 0.06 nm/K。Decker 等^[16]报道了通信用的 DFB 激光器阵列, 温度锁定范围为 15.4 $^{\circ}\text{C}$, 其温漂系数为 0.078 nm/K。本课题组在 2021 年报道了温度锁定范围分别为 -10~

40 $^{\circ}\text{C}$ 和 50~100 $^{\circ}\text{C}$ 的波长稳定 DFB 激光器阵列^[17]。据我们所知, 除以上研究外, 未有其他基于内腔法的波长稳定激光器阵列的报道。

本文报道了高功率宽温度锁定范围的 808 nm 激光器阵列, 对光栅的设计理论进行了阐述, 介绍了 808 nm 激光器阵列的结构和制备工艺。制备出的 808 nm 激光器阵列的发射波长随温度的漂移系数为 0.06 nm/ $^{\circ}\text{C}$, 锁定范围可达 70 $^{\circ}\text{C}$ (-10~60 $^{\circ}\text{C}$), 随电流的漂移系数为 0.006 nm/A。

2 光栅设计的理论基础

DFB 激光器光栅的设计是基于耦合波理论的。在 DFB 激光器中, 横电(TE)模偏振的波动方程可写为

$$\mathbf{E} = \mathbf{y}E_y(x, z), \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2}{\partial^2 x} E_y + \frac{\partial^2}{\partial^2 z} E_y + k_0^2 \epsilon(x, z) E_y = 0, \quad (2)$$

式中: \mathbf{E} 为 TE 模场; \mathbf{y} 为激光器水平侧向位置; x 为激光器外延生长方向的坐标; z 为激光器腔长方向的坐标; $E_y(x, z)$ 为电场强度; k_0 为真空传播常数; ϵ 为材料的介电常数。内含光栅的介质波导在纵向上的介电常数是起伏变化的, DFB 激光器光栅区域内的相对介电常数可表示为

$$\epsilon(x, z) = \epsilon(x) + \Delta\epsilon(x, z), \quad (3)$$

式中: $\epsilon(x)$ 为无微扰时沿 x 方向的平均相对介电常数; $\Delta\epsilon(x, z)$ 为微扰项, 只在光栅区域内有值, 其余区域为 0。当 $\Delta\epsilon(x, z)$ 为周期性函数时, 利用傅里叶函数将其

收稿日期: 2022-04-06; 修回日期: 2022-04-24; 录用日期: 2022-05-07; 网络首发日期: 2022-05-17

通信作者: *clwang@semi.ac.cn

展开为

$$\Delta\epsilon(x, z) = \sum_{l \neq 0} \Delta\epsilon_{+l}(x) e^{i(2\pi/\Lambda)z}, \quad (4)$$

式中: $\Delta\epsilon_{+l}(x)$ 为 x 方向的介电常数微扰项; l 为光栅阶数; Λ 为光栅周期。没有光栅时, 式(2)通用解可表示为

$$E_y(x, z) = U(x) [A(z) e^{i\beta z} + B(z) e^{-i\beta z}], \quad (5)$$

式中: $U(x)$ 为 x 方向的光场; $A(z)$ 、 $B(z)$ 分别为前向波和后向波的振幅; β 为 TE 模传播常数。其中 $U(x)$ 满足

$$\frac{d^2}{dx^2} U(x) + [k_0^2 \epsilon(x) - \beta^2] U(x) = 0. \quad (6)$$

将式(5)代入式(2)中, 考虑 $A(z)$ 和 $B(z)$ 是 z 的慢变函数, 其二阶导数项可忽略, 同时考虑式(6), 可得

$$2i\beta U(x) \frac{dA(z)}{dz} e^{i\beta z} - 2i\beta U(x) \frac{dB(z)}{dz} e^{-i\beta z} = -\Delta\epsilon(x, z) k_0^2 U(x) [A(z) e^{i\beta z} + B(z) e^{-i\beta z}]. \quad (7)$$

将式(7)两边同时乘以共轭复数 U^* 并对其在 x 方向上进行积分, 可得

$$\frac{dA(z)}{dx} e^{i\beta z} - \frac{dB(z)}{dx} e^{-i\beta z} = \frac{ik_0^2}{2\beta} [A(z) e^{i\beta z} + B(z) e^{-i\beta z}] \frac{\int \Delta\epsilon(x, z) U^2(x) dx}{\int U^2(x) dx}. \quad (8)$$

将式(4)代入并寻找前向波和后向波相互耦合的可能解, 其中在所有 z 点都为式(8)两端提供相似指数因子的项满足

$$\frac{dA(z)}{dx} e^{i\beta z} = \frac{ik_0^2}{2\beta} B(z) e^{-i\beta z} e^{-i(2\pi/\Lambda)z} \frac{\int \Delta\epsilon_{+l}(x) U^2(x) dx}{\int U^2(x) dx}, \quad (9)$$

$$\frac{dB(z)}{dx} e^{-i\beta z} = -\frac{ik_0^2}{2\beta} A(z) e^{i\beta z} e^{-i(2\pi/\Lambda)z} \frac{\int \Delta\epsilon_{-l}(x) U^2(x) dx}{\int U^2(x) dx}, \quad (10)$$

式中: $\Delta\epsilon_{-l}(x)$ 为 $\Delta\epsilon_{+l}(x)$ 的共轭复数。此外, 令光栅耦合系数为

$$\kappa_{\pm l} = \frac{k_0^2}{2\beta} \times \frac{\int \Delta\epsilon_{\pm l}(x) U^2(x) dx}{\int U^2(x) dx}. \quad (11)$$

为了实现耦合的相干同相, 其光栅必须满足

$$l \frac{2\pi}{\Lambda} \approx 2\beta. \quad (12)$$

式(12)又称 Bragg 条件。由上述分析可知, 耦合系数与光栅的形状、深度和周期密切相关, 它标志了光栅中正、反方向传播的两个电场包络之间相互作用的大小, 是直接影响 DFB 激光器性能的关键参数。本文通过上述光栅理论对光栅进行了设计。

3 器件结构和制备

3.1 器件外延结构

DFB 激光器的外延结构采用的是两步生长法, 先是一次外延生长以制备光栅, 光栅制备完成后进行二次外延以生长剩余结构层, 其完整外延结构如图 1 所示, 其中 p++GaAs 为 p 型高掺杂 GaAs, p-GaAs 为 p 型 GaAs, n-GaAs 为 n 型 GaAs, SQW 为单量子阱。激光器外延结构是决定激光器性能的关键因素。为获得高的输出功率和电光转换效率, 有源区上下有较薄波导层以形成大光腔结构, 波导层之外是厚的限制层。外延结构整体采用非对称结构, 光场适当偏向 N 型区, 以减少光场模式与高掺杂 P 型区的交叠, 从而减小 P 型区载流子的吸收和散射。由于无铝材料不容易氧化, 因此光栅材料选用与 GaAs 晶格材料匹配的无铝材料 GaInP。GaInP 具有良好的导热率和导电率, 并具有良好的质量运输, 有利于进行后期二次外延, 从而有利于制备出高性能器件。同时将光栅层放置在限制层内, 以获得高的输出功率。

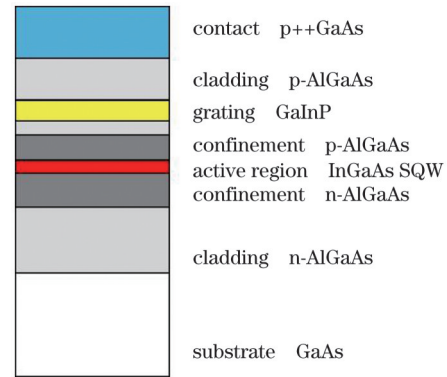


图 1 激光器的外延结构

Fig. 1 Epitaxy structure of laser

3.2 光栅的设计与制备

对于 808 nm 激光器阵列的锁模, 本文采用光栅折射率微扰的方法进行波长稳定。相比其他阶数的光栅, 一阶光栅没有辐射损耗, 故为了获得高功率的波长稳定的激光器阵列, 选用一阶光栅进行设计。由式(12)可知, 为了使得前向波和后向波产生耦合, 其光栅需满足 Bragg 条件:

$$l \frac{2\pi}{\Lambda} = 2\beta = \frac{4\pi n_{\text{eff}}}{\lambda}, \quad (13)$$

式中: n_{eff} 为激光器的有效折射率; λ 为激光波长。对于上文的 808 nm 外延结构, 当光栅阶数为一阶时, 可得光栅的周期为 120 nm。当光栅的深度不同时, 由式(11)可知其耦合系数不同, 从而其耦合强度也不同。不同的耦合强度会导致 DFB 激光器内的光强分布不同。耦合强度大于 1 时, 谐振腔内的光强分布由中间向两边逐渐递减; 耦合强度小于 1 时, 光强分布从一侧到另一侧逐渐递减。无论是耦合强度大于 1 还是小于

1, 谐振腔内的光强分布都是不均匀的, 这会造成局部区域的载流子消耗过多。载流子分布的不均匀会引起空间烧孔效应, 不利于高电光转换效率和高功率输出。对于高功率激光器阵列, 其内部增益比较大, 应使其内部光强分布相对均匀。因此本文光栅设计的前提条件是 $\kappa L \approx 1$ (其中 L 为激光器腔长, 本文制备的 DFB 激光器阵列的腔长 $L=1$ mm)。根据式(11)得光栅的刻蚀深度为 70 nm 左右。

选用紫外纳米压印方法并结合干湿法混合刻蚀方法制备一阶光栅, 先是用干法刻蚀制备光栅的整体轮廓和形貌, 选用 $\text{CH}_4/\text{H}_2/\text{Ar}$ 混合气体进行刻蚀 (CH_4 、 H_2 、 Ar 的流量比为 7:20:6, 刻蚀时间为 2 min)。干法刻蚀完成后, 再对其进行湿法腐蚀, 用有机溶剂去除干法过程中引入的油和残余的光刻胶, 用溴系腐蚀液 (溴/氢溴酸/去离子水) 去除干法刻蚀后附着在表面的聚合物, 使光栅形貌更加光滑, 利于二次外延生长。干法刻蚀和湿法腐蚀制备完成后的光栅如图 2 所示, 其刻蚀深度为 72.85 nm 左右。

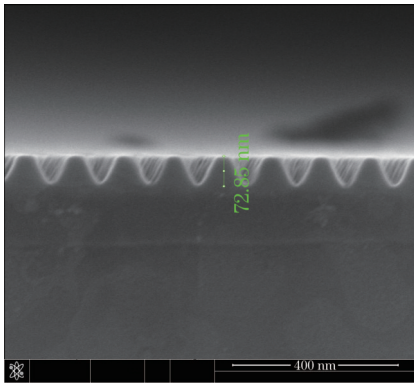


图 2 光栅的扫描电镜图

Fig. 2 Scanning electron micrograph of gratings

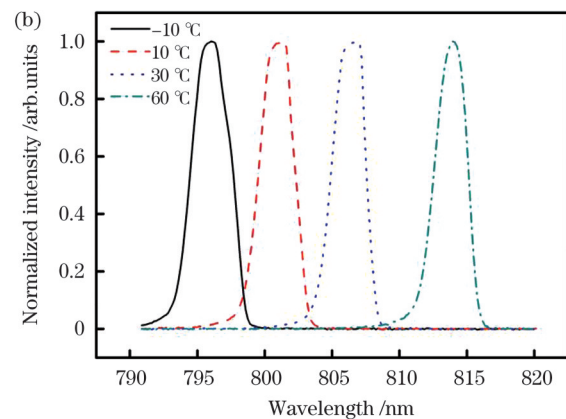
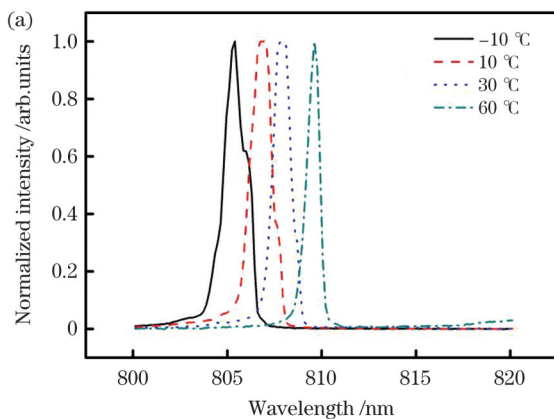


图 3 不同温度下的光谱。(a)DFB 激光器阵列;(b)无内置光栅的激光器阵列

Fig.3 Spectra at different temperatures. (a) DFB laser array; (b) laser array without inner grating

对激光器在不同热沉温度下的输出功率特性进行了测试, 结果如图 5 所示。当热沉温度从 10 °C 升高到 60 °C 时, DFB 激光器阵列的输出功率逐渐降低; 当温度在 10~30 °C 区间变化时, 功率降低幅度较小, 而当

3.3 器件制备

用金属有机气相沉积(MOCVD)设备对上述外延结构进行生长, 接着采用纳米压印、干法刻蚀和湿法腐蚀的方法制备光栅, 光栅完成后进行二次外延生长。当整个器件外延片生长完成后, 进行普通光刻和电极制备: 在 P 面电极溅射钛/铂/金, 然后将外延片 N 面减薄至 120 μm , 再在 N 面使用真空蒸发镀膜的方法蒸镀一层金/锗/镍合金, 经高温退火后, 溅射一层厚金层, 最后对外延片进行解理、镀膜、封装和测试。

4 测试结果与讨论

在不同温度和不同电流下测试上述制备好的 808 nm 单管芯 DFB 激光器阵列 (腔长为 1 mm, 宽为 1 cm, 共有 83 个发射器, 阵列填充因子为 83%) 的特性。所有测试均在准连续条件下进行: 脉宽为 200 μs , 频率为 20 Hz。图 3(a) 为在相同电流 150 A 下不同热沉温度时的输出光谱曲线 (光谱测试方法是将激光器阵列放入调温调湿箱, 进行热沉温度设定, 再利用光谱仪进行光谱测定)。可以看出, 当温度从 -10 °C 升高到 60 °C 时, DFB 激光器对应的输出波长由 805.4 nm 变为 809.612 nm, 波长随温度的漂移系数为 0.06 nm/°C。相同结构但没有加光栅的 F-P 腔激光器的温漂系数为 0.256 nm/°C (-10~60 °C)。之后在相同温度 25 °C 下, 对不同注入电流时的输出光谱特性进行了测试, 结果如图 4 所示, 其中 $\Delta\lambda$ 为波长改变量, ΔI 为电流改变量。当注入电流由 50 A 增大到 150 A 时, 其输出波长由 807.6 nm 变化到 808.2 nm, 波长的电漂系数为 0.006 nm/A; 对于相同结构但没有内置光栅的激光器, 当注入电流由 50 A 增加到 150 A 时, 其输出波长由 804.6 nm 变化到 806.8 nm, 波长电漂系数为 0.022 nm/A。

温度上升到 40 °C 以上时功率降低幅度较大, 且器件出现饱和现象。对于相同结构但没有内置光栅的激光器, 当热沉温度从 10 °C 升高到 60 °C 时, 输出功率也逐渐降低, 但降低幅度较小, 且器件没有出现饱和现象。

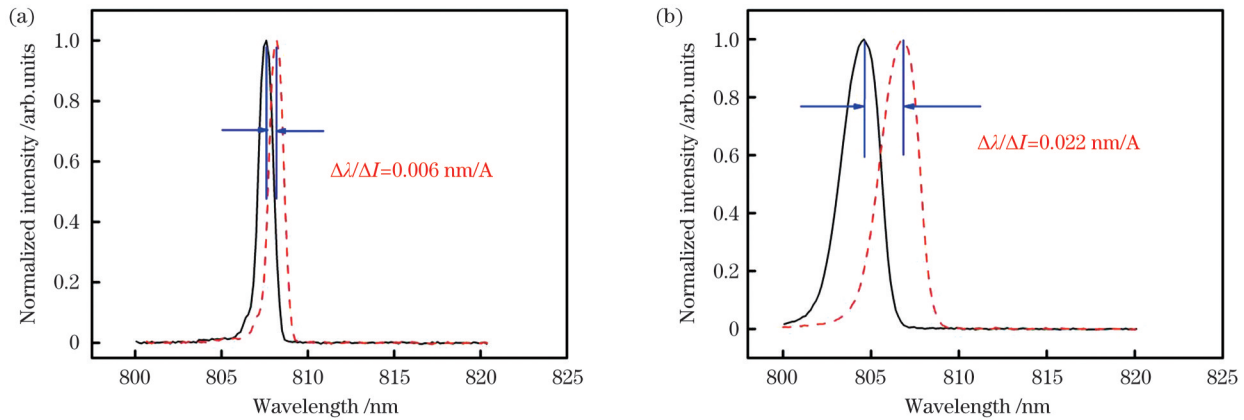


图4 不同注入电流下的光谱。(a)DFB激光器阵列;(b)无内置光栅的激光器阵列

Fig.4 Spectra at different inject currents. (a) DFB laser array; (b) laser array without inner grating

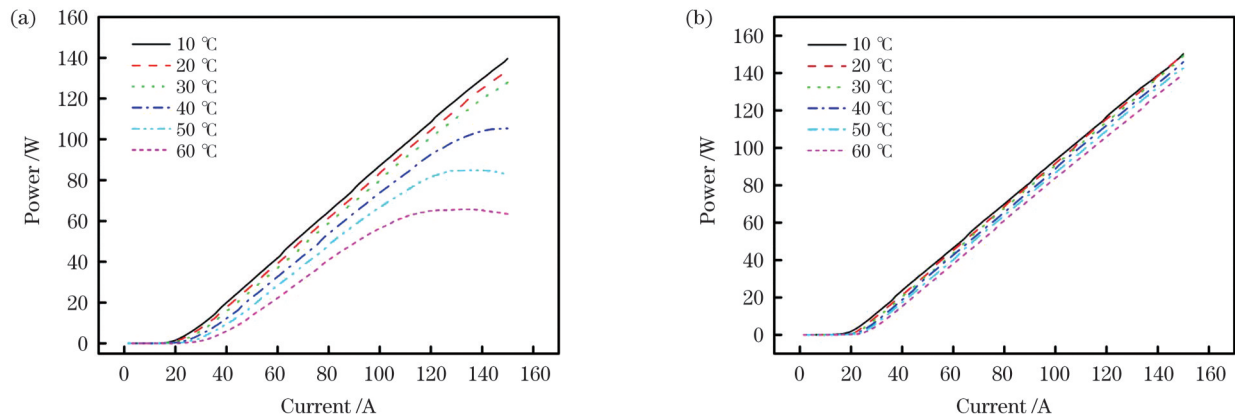


图5 不同温度下的功率-电流曲线。(a)DFB激光器阵列;(b)无内置光栅的激光器阵列

Fig.5 Power-current curves at different temperatures. (a) DFB laser array; (b) laser array without inner grating

由上述测试结果可知,本文制备的大功率 808 nm DFB 激光器阵列的温漂系数由原来的 0.256 nm/°C 降到 0.06 nm/°C,具有宽的温度锁定范围(0~70 °C),同时其输出波长随电流的漂移系数也由原来的 0.022 nm/A 降到 0.06 nm/A,大大提高了大功率激光器的波长稳定性。相比于相同结构但没有光栅的激光器阵列,在 40 °C 以上的工作温度下,DFB 激光器阵列的输出功率大幅降低,且器件出现了饱和,说明制备的 DFB 激光器的特征温度(T_0)较小。分析认为,光栅界面处的缺陷导致制备的 DFB 激光器的特征温度 T_0 较小。为了提高 DFB 激光器在不同温度下的稳定性(即提高特征温度 T_0),应当优化光栅的形貌,使其更加光滑。影响光栅形貌光滑程度的因素主要是干法刻蚀和湿法腐蚀条件,因此,优化光栅制备的工艺条件是至关重要的。除此之外,为了减少光栅界面处的缺陷,优化二次外延生长条件也是很重要的。

5 结 论

通过理论分析与实验相结合,制备了大功率 DFB 激光器阵列。此激光器腔长为 1 mm,宽为 1 cm,共有 83 个发射器,阵列填充因子高达 83%。通过测试阵列在不同热沉温度和不同注入电流下的光谱,得出阵列

发射波长随温度的漂移系数为 0.06 nm/°C,具有宽的温度锁定范围(-10~60 °C),随电流的漂移系数为 0.006 nm/A。在电流为 150 A、热沉温度为 10 °C 的条件下,DFB 激光器准连续输出功率可达 140 W。

参 考 文 献

- [1] 袁庆贺,井红旗,刘素平,等. 导波模式对锥形半导体激光器输出特性的影响[J]. 中国激光, 2021, 48(9): 0901001.
Yuan Q H, Jing H Q, Liu S P, et al. Influence of guided wave mode on output characteristics of tapered diode laser[J]. Chinese Journal of Lasers, 2021, 48(9): 0901001.
- [2] 曼玉选,仲莉,马骁宇,等. 975 nm 分离电极锥形半导体激光器特性分析[J]. 中国激光, 2021, 48(17): 1701005.
Man Y X, Zhong L, Ma X Y, et al. Characteristic analysis of 975 nm tapered semiconductor lasers with separated contacts[J]. Chinese Journal of Lasers, 2021, 48(17): 1701005.
- [3] Golla D, Knoke S, Schöne W, et al. High power continuous-wave diode-laser-pumped Nd: YAG laser[J]. Applied Physics B, 1994, 58(5): 389-392.
- [4] 王路威. 半导体激光器的发展及其应用[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2003, 22(3): 34-38.
Wang L W. Development of semiconductor lasers and their applications[J]. Journal of Chengdu University (Natural Science), 2003, 22(3): 34-38.
- [5] 雷正龙,田泽,陈彦宾. 工业领域的激光清洗技术[J]. 激光与光电子学进展, 2018, 55(3): 030005.
Lei Z L, Tian Z, Chen Y B. Laser cleaning technology in industrial fields[J]. Laser & Optoelectronics Progress, 2018, 55

- (3): 030005.
- [6] 马骁宇, 张娜玲, 仲莉, 等. 高功率半导体激光泵浦源研究进展[J]. 强激光与粒子束, 2020, 32(12): 120-129.
Ma X Y, Zhang N L, Zhong L, et al. Research progress of high power semiconductor laser pump source[J]. High Power Laser and Particle Beams, 2020, 32(12): 120-129.
- [7] Schultz C M, Crump P, Wenzel H, et al. 11W broad area 976 nm DFB lasers with 58% efficiency[C]//CLEO/QELS: 2010 Laser Science to Photonic Applications, May 16-21, 2010, San Jose, CA, USA. New York: IEEE Press, 2010: 11411345.
- [8] 贾宝山, 王皓, 李爱民, 等. 窄线宽 1064 nm 分布布拉格反射半导体激光器[J]. 中国激光, 2018, 45(5): 0501006.
Jia B S, Wang H, Li A M, et al. Narrow linewidth 1064 nm distributed Bragg reflector semiconductor laser[J]. Chinese Journal of Lasers, 2018, 45(5): 0501006.
- [9] 张奇, 赵懿昊, 董振, 等. 980 nm 大功率基横模分布反馈激光器[J]. 中国激光, 2016, 43(2): 0202004.
Zhang Q, Zhao Y H, Dong Z, et al. 980 nm high-power fundamental mode distributed-feedback laser[J]. Chinese Journal of Lasers, 2016, 43(2): 0202004.
- [10] He Y, An H, Cai J, et al. 808 nm broad area DFB laser for solid-state laser pumping application[J]. Electronics Letters, 2009, 45(3): 163-164.
- [11] Kanskar M, He Y, Cai J, et al. 53% wallplug efficiency 975 nm distributed feedback broad area laser[J]. Electronics Letters, 2006, 42(25): 1455-1457.
- [12] Schultz C M, Crump P, Wenzel H, et al. Wide temperature range high power broad area 975 nm DFB lasers[C]//2009 Conference on Lasers and Electro-Optics and 2009 Conference on Quantum Electronics and Laser Science Conference, June 2-4, 2009, Baltimore, MD, USA. New York: IEEE Press, 2009: 10833364.
- [13] Kanskar M, He Y, Cai J, et al. 50% Efficient, $\gg 5$ W, distributed feedback broad area laser (975 nm)[C]//2006 Conference on Lasers and Electro-Optics and 2006 Quantum Electronics and Laser Science Conference, May 21-26, 2006, Long Beach, CA, USA. New York: IEEE Press, 2006: 10354533.
- [14] Eichhorn M. Transient wavelength performance of 1.53 μm InP laser diodes for pumping of Er^{3+} -doped solid-state lasers[J]. Applied Optics, 2008, 47(17): 3129-3133.
- [15] Knigge A, Christopher H, Liero A, et al. Wavelength stabilized high pulse power laser bars for line-flash automotive LIDAR[J]. Proceedings of SPIE, 2020, 11262: 112620F.
- [16] Decker J, Crump P, Fricke J, et al. 25-W monolithic spectrally stabilized 975-nm minibars for dense spectral beam combining[J]. IEEE Photonics Technology Letters, 2015, 27(15): 1675-1678.
- [17] 班雪峰, 王翠鸾, 刘素平, 等. 808 nm 大功率分布反馈激光器阵列研制[J]. 发光学报, 2021, 42(4): 504-509.
Ban X F, Wang C L, Liu S P, et al. Development of 808 nm high-power distributed feedback laser array[J]. Chinese Journal of Luminescence, 2021, 42(4): 504-509.

808 nm Laser Array with Wide Temperature-Locking Range

Zhang Naling^{2,3}, Wang Cuiluan^{2*}, Xiong Cong², Zhu Lingni², Li Wei², Liu Suping²,

Ma Xiaoyu^{2,3}, Zhao Xin¹, Ma Xiaohui¹

¹State Key Laboratory of High Power Semiconductor Laser, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, Jilin, China;

²National Engineering Research Center for Optoelectronic Devices, Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100083, China;

³College of Materials Science and Opto-Electronic Technology, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract

Objective 8XX nm high-power semiconductor lasers have wide applications in pumping solid-state lasers. The absorption peak of doped ions in the solid state is extremely narrow, typically only a few nanometers. However, the temperature drift coefficient of a typical Fabry-Pérot laser is approximately 0.3 nm. When the operating temperature changes just a bit, the emission spectrum deviates from the absorption spectrum of the ions doped in the crystal, decreasing the pumping efficiency. Developing 808 nm semiconductor lasers with stabilized wavelengths is crucial for improving pumping efficiency. In this study, an 808-nm-distributed feedback (DFB) laser diode array is prepared, and the theoretical basis of the grating design, device structure, and fabrication process are introduced. The emission wavelength of the 808 nm array laser exhibits a drift coefficient of 0.06 nm/°C with temperature, a locking range of 70 °C (−10–60 °C), and a drift coefficient of 0.006 nm/A with the current. This study demonstrates favorable conditions for improving the temperature-locking range of array lasers.

Methods First, the relevant parameters of the first-order grating, such as the grating period and etching depth, were determined using the coupled wave theory. Next, 808 nm laser arrays were grown via metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD) in two steps. After the first epitaxial growth, the grating (Fig. 2) was prepared using nanoimprinting lithography and inductively coupled plasma (ICP) dry etching and wet etching processes. Subsequently, in the second epitaxial step, the p-AlGaAs grating covering layer, p-AlGaAs cladding layer, and GaAs contact layer were grown. Finally, the wafer was prepared in laser arrays using lithography, electrode preparation, coating, and packaging processes. The performances of the DFB laser arrays and the laser arrays without an inner grating with different heat sink

temperatures and injection currents were measured. The results were analyzed.

Results and Discussios The performance of the laser arrays for different head sink temperatures and injected currents under quasi-continuous conditions (pulse width of 200 μs and frequency of 20 Hz) is reported. At an injection current of 150 A, the heat sink temperature increases from $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the drift coefficient of the laser emission wavelength with temperature is $0.06\text{ nm}/^{\circ}\text{C}$ (Fig. 3). At $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, the drift coefficient of laser emission wavelength with current is $0.006\text{ nm}/\text{A}$ at 50–150 A (Fig. 4). 808 nm DFB laser arrays exhibit suitable wavelength stabilization. Under the same injection current, the output power of the DFB laser array decreases as the temperature of the heat sink increases (Fig. 5). When the heat sink temperature exceeds $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, the DFB laser array is saturated, indicating that the characteristic temperature of the DFB laser array is low. In order to improve the stability of DFB laser at different temperatures, the morphology of the grating should be optimized it by optimizing the process conditions of the grating preparation.

Conclusions A high-power DFB laser array is prepared by combining theoretical analysis and experiments. The laser has a transverse length of 1 cm and cavity length of 1 mm with 83 emitters. The fill factor reaches a maximum of 80%. The test results show that the drift coefficient of the laser emission wavelength with temperature is $0.06\text{ nm}/^{\circ}\text{C}$, the wavelength locking range is $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the drift coefficient of laser emission wavelength with current is $0.006\text{ nm}/\text{A}$. When the current is 150 A and the heat sink temperature is $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, the quasi-continuous output power of the laser can reach 140 W.

Key words lasers; locking; 808 nm; laser array; first-order grating