

低阈值单横模 852 nm 半导体激光器

刘储 关宝璐 米国鑫 廖翌如 刘振扬 李建军 徐晨

A low threshold single transverse mode 852 nm semiconductor laser diode

Liu Chu Guan Bao-Lu Mi Guo-Xin Liao Yi-Ru Liu Zhen-Yang Li Jian-Jun Xu Chen

引用信息 Citation: *Acta Physica Sinica*, **66**, 084205 (2017) DOI: 10.7498/aps.66.084205

在线阅读 View online: <http://dx.doi.org/10.7498/aps.66.084205>

当期内容 View table of contents: <http://wulixb.iphy.ac.cn/CN/Y2017/V66/I8>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

1550 nm-VCSELs 在偏振保持光反馈和正交光注入下的偏振转换特性

Polarization switching characteristics of polarization maintaining optical feedback and orthogonal optical injection of 1550 nm-VCSEL

物理学报.2016, 65(21): 214206 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.65.214206>

外光注入半导体环形激光器同时产生两路宽带混沌信号

Two broadband chaotic signals generated simultaneously by semiconductor ring laser with parallel chaotic injection

物理学报.2016, 65(20): 204203 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.65.204203>

基于偏振旋转耦合 1550 nm 垂直腔面发射激光器环形系统产生多路高质量混沌信号

Generations of multi-channel high-quality chaotic signals based on a ring system composed of polarization rotated coupled 1550 nm vertical-cavity surface-emitting lasers

物理学报.2016, 65(19): 194207 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.65.194207>

可变偏振光注入下 1550nm 垂直腔面发射激光器的偏振开关及双稳特性

Investigations on the polarization switching and bistability in a 1550 nm vertical-cavity surface-emitting laser under variable-polarization optical injection

物理学报.2016, 65(16): 164204 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.65.164204>

高功率、高效率 808nm 半导体激光器阵列

High-power, high-efficiency 808 nm laser diode array

物理学报.2016, 65(16): 164203 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.65.164203>

低阈值单横模852 nm半导体激光器*

刘储 关宝璐[†] 米国鑫 廖翌如 刘振扬 李建军 徐晨

(北京工业大学, 信息学部电子科学与技术学院, 光电子技术省部共建教育部重点实验室, 北京 100124)

(2016年9月7日收到; 2017年1月30日收到修改稿)

基于波导理论、等效折射率方法, 设计并制备了非对称波导隔离双沟结构脊型边发射激光器, 最终获得了低阈值单基侧模852 nm激光器. 详细研究了不同脊型台深宽比参数设计对激光器侧向模式特性的影响规律, 实现了腔面未镀膜情况下脊型波导边发射激光器的单基侧模稳定输出, 同时激光波长可以精确调谐到852 nm; 工作电流达到150 mA, 工作温度30 °C; 斜率效率最高可达0.89 mW/mA, 光谱半宽小于1 nm. 研究结果为进一步实现超窄线宽激光器提供了参考和借鉴, 并且为实现激光器稳定输出提供了实验基础.

关键词: 脊型波导边发射激光器, 侧向模式, 模式稳定性

PACS: 42.55.Px, 42.60.Fc, 42.62.-b

DOI: 10.7498/aps.66.084205

1 引言

随着信息化时代科学技术的高速发展, 具有低阈值、高微分量子效率、低热阻和单横模的高性能半导体激光器已经成为面向光纤传送数字通信、光交换的密集波分复用(DWDM)系统、集成光子计算以及生物医疗等领域的核心器件, 同时, 在原子钟、磁力仪及陀螺仪等原子传感、探测的高新技术领域, 具有模式稳定、高光束质量和窄线宽的高性能852 nm半导体激光器^[1,2]抽运的铯原子频谱可以用于时间频率的精密测量、航天卫星光子惯性导航、车船空间定位与导引等. 因此, 高功率、低阈值、模式特性稳定的高光束质量852 nm半导体激光器光源成为人们研究的热点和重点. 然而, 由于激光器的本身外延结构限制, 虽然垂直横模为稳定单模输出, 但是侧模受到激光器横向结构影响严重, 其单基模输出条件苛刻. 而且对于脊型波导结构, 由于光波导导引机制的竞争和模式竞争同时存在, 使得侧向模式控制更为困难^[3,4]. 因此, 实现高边模

抑制比的单基侧模输出, 详细阐明侧模导引机制转变与模式竞争过程成为本文的研究重点.

对于条形激光器侧向导引机制, 在1975—1977年间, Cook和Nash^[5]以及Krupka和Paoli^[6]进行了一系列理论和实际的研究工作. Kirkby和Thompson^[7]也做过实验研究, 与Cook的结果一致, 给出了对于条形激光器在侧向导引机制方面的解释, 即解释了“kink”效应. 对于脊型波导激光器, 虽然与条形激光器有相似之处, 但在激光器侧向结构上有着本质的不同, 在这个方面还未见有深入探究. 对于激光器侧向模式的控制需要做到两点: 1) 激光器输出光功率无“kink”效应, 即保证激光器工作状态下导引机制不发生变化; 2) 激光器脊型台深宽比的最优选择, 即保证低阶模式容易占据主导地位. 本文中, 对于在超精细光谱测量、原子钟、卫星及光纤通信等领域有着广泛应用的852 nm半导体激光器的侧向模式进行了理论分析和实验探究. 利用等效折射率方法对无源波导结构中的模式特性进行理论分析, 并优化设计了单基侧模脊型波导的结构参数, 最终实现了852 nm半导体激光器

* 半导体激光器产业化技术基金(批准号: YXBGD20151JL01)、国家自然科学基金(批准号: 61575008, 60908012, 61376049, 61076044, 61107026, 61204011)、北京市自然科学基金(批准号: 4172011, 4132006, 4102003, 4112006)和北京市教育委员会基础技术研究基金(批准号: KM201210005004)资助的课题.

[†] 通信作者. E-mail: gbl@bjut.edu.cn

单基侧模激励和线性光功率输出, 为进一步实现窄线宽 852 nm 半导体激光器打下了良好基础.

2 器件结构与制备

图 1 为 852 nm 脊型波导边发射激光器的立体结构示意图. 其中, w 表示脊型台宽度; d 表示脊型台腐蚀深度; h 表示隔离沟槽腐蚀深度; n_1, n_2, n_3 分别表示不同位置结构中的有效折射率. 建立有效折射率差值可以为控制侧向模式提供更多结构优化的方式 [8]. 一阶侧模的截止宽度为

$$w = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}, \quad (1)$$

其中 λ_0 为中心波长.

图 1 中 852 nm 半导体激光器外延结构是通过金属有机物化学气相淀积 (MOCVD) 外延生长得到, 其主要结构为: 在 n 型 GaAs 衬底上生长缓冲层与 Al 组分渐变的 AlGaAs 过渡层, 随后生长厚度为 1 μm 的 n 型掺杂 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 限制层; 再

生长 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 非对称波导结构和 InAlGaAs 有源层 [9-11], 其中 p 型侧厚度为 400 nm, n 型侧厚度为 200 nm; 然后生长厚度为 1 μm 的 p 型掺杂 $\text{Al}_{0.42}\text{Ga}_{0.58}\text{As}$ 限制层; 最后生长 Al 组分渐变的 AlGaAs 过渡层和 p 型重掺杂 GaAs 接触层. 其制备工艺流程为: 首先利用光刻和湿法腐蚀工艺, 刻蚀出两条隔离沟槽, 隔离沟槽之间相距 30 μm ; 然后再光刻和腐蚀出宽度为 5 μm 的脊型台, 脊型台深度分别有 500 和 800 nm; 然后通过等离子体增强化学气相淀积 (PECVD) 淀积一层 200—300 nm 厚 (厚度随脊型台腐蚀深度加深而增厚) 的 SiO_2 电隔离层; 采用剥离工艺去除 SiO_2 制作出 5 μm 电极窗口; 利用磁控溅射仪, 溅射 315 nm 的 Ti/Au p 型电极, 运用剥离工艺形成电极图形, 使得激光器腔面位置没有电流注入 [12]; 然后背面衬底减薄至 120 μm , 溅射 350 nm 的 AuGeNi/Au n 型电极, 并在 435 $^\circ\text{C}$, 35 s 的条件下进行快速退火处理, 最终得到具有良好欧姆接触的 852 nm 半导体激光器芯片.

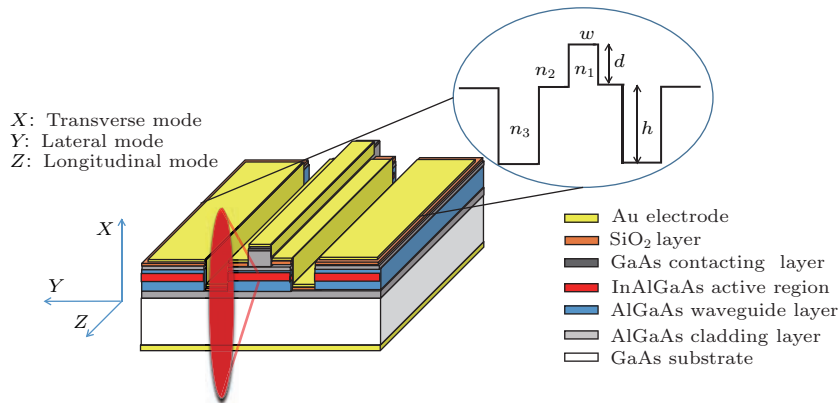


图 1 (网刊彩色) 脊型波导边发射激光器立体结构示意图

Fig. 1. (color online) Schematic diagram of the three-dimensional structure of the ridge waveguide diode lasers.

3 实验结果与分析

从理论可知脊型波导边发射激光器可通过台面高度来产生折射率差值的变化, 从而设计不同参数的脊型台控制激光器单基侧模工作 [13-15]. 但在平行于结的侧向方向上, 光波导引机制又受到增益导引机制和弱折射率导引机制的共同作用 [16], 因此, 侧向模式的不稳定性较为突出. 上述两种导引机制互相竞争, 在较低的注入电流水平下侧向模式为增益导引, 但当注入电流水平高于某一程度以后

便会转变为折射率导引. 由于自由载流子浓度的变化, 引起了波导特性的改变, 也就是说波导性质是由载流子变化而决定的. 根据波导理论的分析, 脊型台宽度可以调控侧向模式阶数, 脊型台深度能够控制侧向导引机制, 两者的比值——脊型台面深宽比 (d/w) 是影响模式稳定性的决定性因素 [17,18]. 由此, 我们可以推断出脊型台宽度和脊型台腐蚀深度是两个最为关键的结构参数. 另外, 激光器的隔离沟槽双沟结构, 为激光器在外部结构中提供了更大的折射率差值, 该条件可将电子和光子更

好地限制在发光区中,降低阈值电流,提升激光器输出光功率. 同样作为结构上的改进,光刻电极图形,腔面处无电极,无电流注入,便减少了非辐射复合^[19,20],可进一步提高输出功率,减缓腔面光学灾变性损伤(COD).

图2所示为激光器的光功率和光谱特性曲线. 因为脊型波导边发射激光器的侧向模式会受到脊型台条宽度和深度的双重影响,因此,在实验过程中,我们根据(1)式确定脊型台条宽度为5 μm,只改变脊型台腐蚀深度,即分析脊型台深度500 nm(浅腐蚀,图2(a))和800 nm(深腐蚀,图2(b))的两个激光器的主要特性. 从图2中可以看出,在脊型台条宽相同的情况下,腐蚀深度(即折射率差值)越大,模式阶数也高,从而形成的稳定振荡模式也就越多,造成激射波长不稳定,容易产生跳变(导引机制以及模式之间),如图2(b)所示. 说明激光器激射过程中侧向模式的竞争较为激烈,导引机制发生转变,从增益导引机制跳转到弱折射率导引机制,侧向模式再在弱折射率机制控制下,主模与边模相互竞争,导致激射模式不稳定. 因此,在140 mA驱动电流时,电压及输出光功率都发生了波动,没有保持线性变化,即弱折射率导引机制下激光器多侧模激射时自身不稳定.

脊型激光器结构本身为弱折射率导引,在平行于结平面方向存在折射率差值;然后,在小电流注入下,注入电子复合还较小,所以载流子浓度增大,导致脊型台垂直方向的折射率减小,即平行于结平面方向的折射率差值较小,向增益导引过渡;但随着电流注入的增大,激光器激射后,注入的电子发生辐射复合转换为光子输出,载流子浓度下降,脊型台垂直方向的折射率升高,并且由于注入电子会发生横向扩散,脊型台两侧区域载流子浓度升高,折射率降低,从而平行于结平面方向的折射率差值再次增大,转变回弱折射率导引. 腐蚀深度越深,折射率差值越大. 在小电流下,激光器电子转换为光子水平较低,腐蚀深度越深,从增益导引机制转换回弱折射率导引机制所需的电流也就越多,光功率曲线越容易发生曲折.

图2(a)的*P-I-V*曲线始终保持着线性增加的趋势,说明激光器在激射的过程中处于稳定的弱折射率导引机制下. 同时,更小的折射率差值(平行于结平面方向)对于控制侧向模式在低阶模式也更为有效.

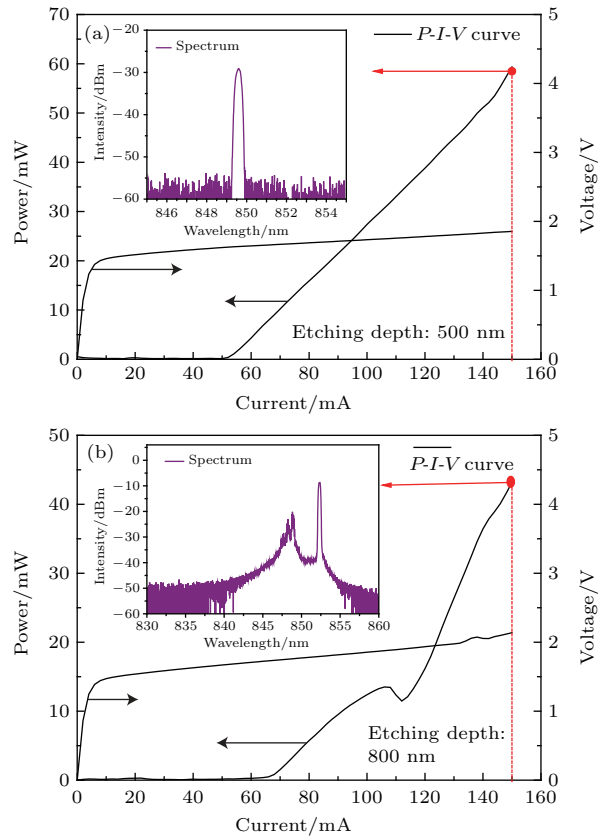


图2 功率曲线及侧向模式对比 (a) 光功率曲线及单侧模激射; (b) 光功率曲线“kink”效应及多侧模激射
 Fig. 2. Laser output power curve and lateral mode contrast : (a) Laser power and single fundamental lateral mode spectrum; (b) laser power with “kink” effect and lateral multi-mode spectrum.

图3为在注入电流增加过程中激光器的光谱曲线,可以表明侧向模式的状态. 电流从零开始逐渐增加,在50 mA左右激光器激射,此时光谱曲线中还未有明显的峰值突起;电流增大到100 mA时,光谱曲线中出现明显的双峰,说明侧向模式为高阶模式获得了更大的增益效果占据主导地位;随电流进一步加大到130 mA时,低阶侧模模式开始获得较强的增益,抑制高阶侧向模式,从高阶侧模向低阶侧模过渡,原因是折射率导引机制的限制效果增强,从而脊型结构对低阶模式的控制力增强;电流增大到本文中的工作电流150 mA时,光谱曲线明显呈现出激光器单基侧模稳定激射. 因此,在激光器激射工作之后,其工作条件稳定在弱折射率导引机制内,只存在模式竞争. 当某阶模式获得的增益最大并稳定后,其就获得主导地位,能够压制其余阶数模式甚至只有其自身存在(某阶模式是否存在还要取决于其在波导中能否形成振荡). 因为注入载流子呈“钟形”分布,与侧向基模更易于耦

合, 所以激光器在 150 mA 工作电流下产生稳定激射. 从功率曲线图中 150 mA 电流附近, 斜率效率有增大的现象, 由此可以推断出激光器单模稳定工作可以保证激光器更为优秀的性能表现. 稳定激射

和斜率效率增大的现象可以在一定范围内保持稳定, 但是, 由于 (1) 式所体现的控制条件和图 3 所示的变化过程, 该现象在大的变化范围下不能得到维持.

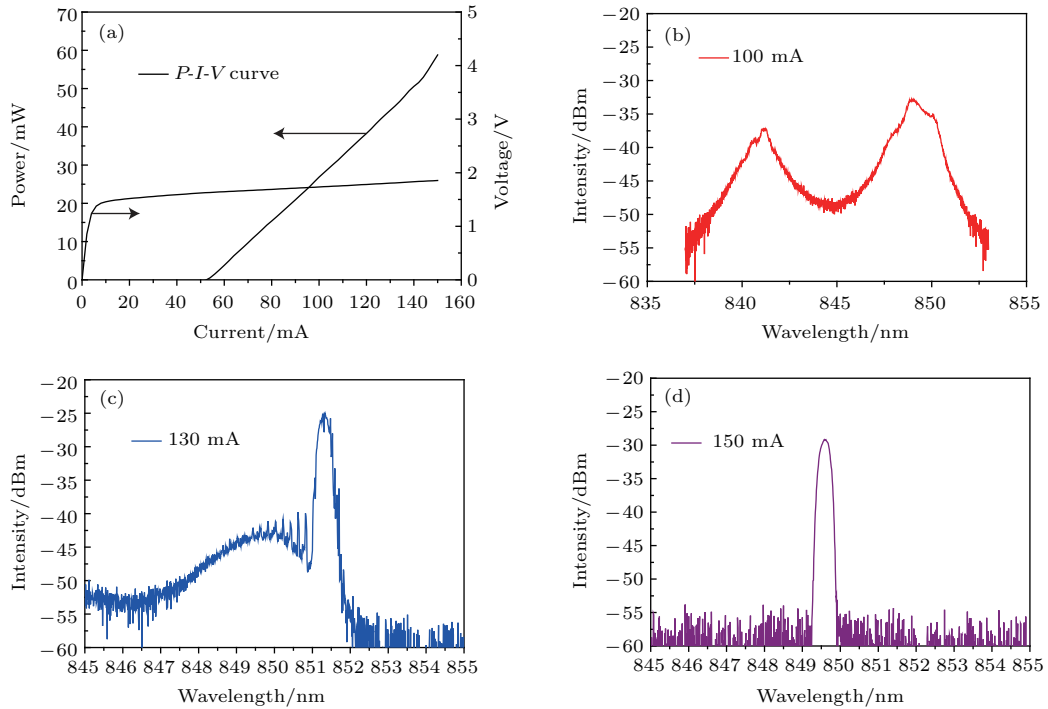


图 3 在 25 °C 温度条件下同一个激光器在不同工作电流下激射模式的竞争 (a) 激光器光功率电流电压曲线; (b) 100 mA 注入电流下激光器光谱曲线; (c) 130 mA 注入电流下激光器光谱曲线; (d) 150 mA 注入电流下激光器光谱曲线
 Fig. 3. The lasing mode competition under different working current at the temperature of 25 °C: (a) P - I - V curve of the laser diode; (b) spectrum of the laser diode by 100 mA current; (c) spectrum of the laser diode by 130 mA current; (d) spectrum of the laser diode by 150 mA current.

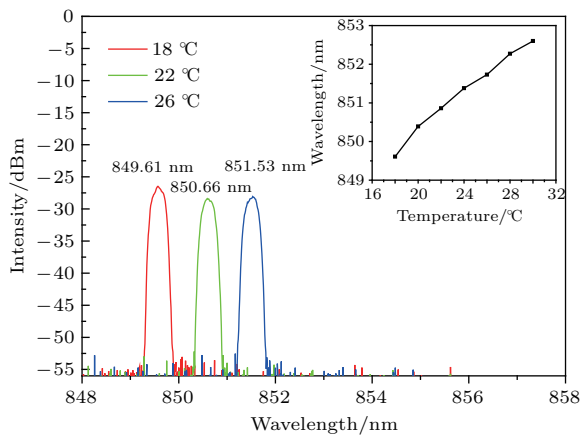


图 4 (网刊彩色) 单基侧模输出激光器在 150 mA 工作电流下激射波长随温度变化的趋势
 Fig. 4. (color online) The lasing wavelength changing tendency with temperature of single fundamental lateral mode laser at 150 mA current.

在脊型波导量子阱半导体激光器中, 平行于结平面方向各向同性, 无势垒对载流子进行限制, 因

此, 量子阱中的扩展电流严重. 同时, 在平行于结方向上建立弱的折射率波导(即脊型台)限制能力也相对有限, 这样在限制层和波导层中也同样存在扩展电流. 并且随着脊型台宽度的减小, 电流扩展幅度更为明显, 从而造成注入电流不集中, 阈值电流增大, 激射光斑变大. 因此, 本文设计了双沟隔离槽结构, 不仅限制有源区电流扩展作用, 减小阈值电流, 而且避免在后续工艺封装过程中对器件带来损伤, 进一步提高激光器输出功率和波长温度稳定性. 激光器在一定温度范围内单基侧模稳定输出光谱曲线如图 4 所示, 随着温度升高强度有略微下降, 原因是温度升高后非辐射复合概率升高, 缺陷增多, 导致热效应明显, 光输出减弱. 如图 4 中波长与温度关系曲线所示, 在更大的温度变化范围内激光器激射波长基本保持线性增加. 本文所制备的激光器单基侧模强度可达 30 dBm (1 dBm = 10 lg (mW)) 左右, 激射光谱半宽小于

1 nm. 激光器波长温度漂移量为 $0.25 \text{ nm}/^\circ\text{C}$.

图 5 为 852 nm 激光器远场光斑图像, 从图中可以清楚地看到激光器激射为单基侧模还是多侧模状态. 激光器的水平发散角为 1.8° , 垂直发散角为 14.9° , 半导体激光器性能有了明显提升. 测试结果显示本文所设计的双沟槽结构对于激光器性能有显著的增强, 包括阈值电流从 100 mA 减小到 50 mA, 提升了 50%; 输出光功率从平均 50 mW 增到 72 mW, 提升了 44%; 斜率效率从平均 $0.6 \text{ mW}/\text{mA}$ 增加到 $0.7 \text{ mW}/\text{mA}$, 提升了 17%.

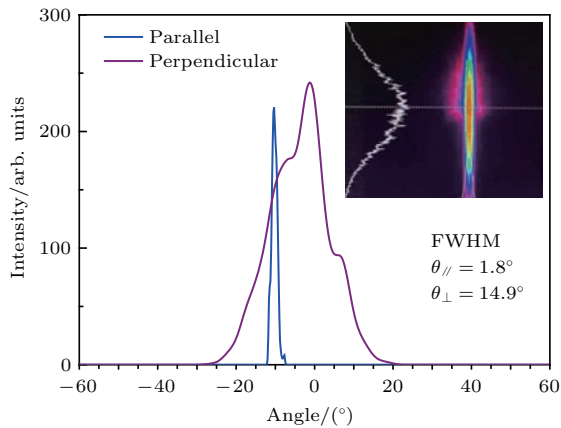


图 5 (网刊彩色) 激光器远场光斑及远场发散角
Fig. 5. (color online) Laser far field spot and divergence angle: single fundamental lateral mode far field spot.

4 结 论

本文基于波导理论, 通过等效折射率方法对模式控制进行分析, 设计并制备了非对称波导隔离双沟结构的 852 nm 脊型波导边发射激光器单管器件, 最终实现了激光器在一定范围内的单基侧模稳定输出, 并且激光器阈值电流为 50 mA, 平均斜率效率 $0.7 \text{ mW}/\text{mA}$ 以上, 最高可达 $0.89 \text{ mW}/\text{mA}$.

参考文献

[1] Jiang L L, Achtenhagen M, Amarasinghe N V, Young P, Evans G 2009 *Proc. SPIE 7230, Novel In-Plane Semiconductor Lasers VIII* San Jose, California, United States, January 24, **2009** 72301F

[2] Luigi R, Richard M D L R, John S R, Thomas F K 2001 *IEEE Photonics Technol.* **13** 176

[3] Wang Y Z 2014 *M. S. Thesis* (Changchun: Changchun University of Science and Technology) (in Chinese) [王钰智 2014 硕士学位论文 (长春: 长春理工大学)]

[4] Yan S, Anthony E S 1996 *IEEE J. Quantum Electron.* **32** 5

[5] Cook D D, Nash F R 1975 *J. Appl. Phys.* **46** 1660

[6] Krupka D, Paoli T 1975 *IEEE J. Quantum Electron.* **11** 503

[7] Kirkby P A, Thompson G H B 1973 *Appl. Phys. Lett.* **22** 638

[8] Du S L 2011 *M. S. Thesis* (Changchun: Changchun University of Science and Technology) (in Chinese) [杜石磊 2011 硕士学位论文 (长春: 长春理工大学)]

[9] Xu H W, Ning Y Q, Zeng Y G, Zhang X, Qin L 2013 *Optics and Precision Engineering* **21** 590 (in Chinese) [徐华伟, 宁永强, 曾玉刚, 张星, 秦莉 2013 光学精密工程 **21** 590]

[10] Xu H W, Ning Y Q, Zeng Y G, Zhang X, Qin L, Liu Y, Wang L J 2012 *Chin. J. Lumin.* **33** 6 (in Chinese) [徐华伟, 宁永强, 曾玉刚, 张星, 秦莉, 刘云, 王立军 2012 发光学报 **33** 6]

[11] Xu H W 2012 *Ph. D. Dissertation* (Changchun: Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physic, Chinese Academy of Sciences, China) (in Chinese) [徐华伟 2012 博士学位论文 (长春: 中科院长春光学精密机械与物理研究所)]

[12] Masanobu W, Seiji M, Hideo I, Hiroyoshi Y 1990 *J. Appl. Phys.* **68** 2599

[13] Zhang X 2011 *M. S. Thesis* (Changchun: Changchun University of Science and Technology) (in Chinese) [张秀 2011 硕士学位论文 (长春: 长春理工大学)]

[14] Richard A S, Joachim S, Klaus P 1991 *IEEE J. Quantum Electron.* **27** 8

[15] Cao S S 1996 *Laser Technol.* **20** 3 (in Chinese) [曹三松 1996 激光技术 **20** 3]

[16] Seiji M, Hiroyoshi Y 1984 *IEEE J. Quantum Electron.* **QE-20** 7

[17] Jerome K B, Dan B 1984 *IEEE J. Quantum Electron.* **QE-20** 879

[18] Reynolds C L, Holbrook W R, Shimer J A, Tharaldsen S M, Agrawal G P, Temkin H 1986 *Electron. Lett.* **22** 1290

[19] Zhang S, Liu S J, Cui B F, Li J J, Ji W, Chen J X, Wang X L, Su D J, Li J C 2014 *Semicond. Opt.* **35** 1 (in Chinese) [张松, 刘素娟, 崔碧峰, 李建军, 计伟, 陈京湘, 王晓玲, 苏道军, 李佳蕊 2014 半导体光电 **35** 1]

[20] Zhang S 2014 *M. S. Thesis* (Beijing: Beijing University of Technology) (in Chinese) [张松 2014 硕士学位论文 (北京: 北京工业大学)]

A low threshold single transverse mode 852 nm semiconductor laser diode*

Liu Chu Guan Bao-Lu[†] Mi Guo-Xin Liao Yi-Ru Liu Zhen-Yang Li Jian-Jun Xu Chen

(Key Laboratory of Opto-Electronics Technology Ministry of Education, College of Electronic Science and Technology, Faculty of Information Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

(Received 7 September 2016; revised manuscript received 30 January 2017)

Abstract

A 852 nm ridge waveguide edge emitting laser has important applications. But lateral mode instability leads to its poor beam quality because of its ridge structure. Such a structure gives rise to two guidance mechanisms (gain-guide and index-guide), whose change leads to “kink” effect. So, the control of the single fundamental lateral mode is more difficult. There is no well-informed study in these aspects for ridge waveguide edge emitting lasers. In this paper we study how to improve the beam quality for achieving a stable fundamental lateral mode output experimentally. We are to investigate the influence of lateral mode characteristics of the laser with different ridge depth-to-width ratios in detail by waveguide theory and equivalent refractive index method. Depth and width of the ridge are two key parameters influencing lateral mode. The depth can control lateral guidance mechanism, and the width can control lateral mode order. We find that the ratio must be in a limited range to ensure the single fundamental lateral mode steady. Through theoretical analysis of waveguide theory and equivalent refractive index method, we obtain a limited range of depth-to-width ratio. Then we conduct an experimental comparison, where we adjust the ridge depth, with the width fixed, to control the ratio. Meanwhile we improve the fabrication technology to ensure the accuracy of the structure. We design and fabricate an asymmetric waveguide ridge waveguide edge emitting laser with isolation grooves, whose active region is the core of asymmetric waveguide epitaxy structure. The key structural parameters are 5 μm in ridge width, 500 nm in ridge depth, 2 μm in isolation grooves depth, 10 μm in width, 30 μm in spacing between the grooves, and 1 mm in cavity length. Isolation grooves are very useful for improving the performance of the laser: threshold decreased by 50%, output power raised by 44%, and slop efficiency increased by 17%. And the equally crucial role of grooves is to avoid being damaged at packaging process to maintain laser structure. Finally we achieve a stable single fundamental lateral mode output and an accurate tuning wavelength at 852 nm of ridge waveguide edge emitting laser without cavity surface coated at working current 150 mA, working temperature 30 $^{\circ}\text{C}$ (working conditions can be changed in a small range). The slope efficiency is on average 0.7 mW/mA (its maximum value is 0.89 mW/mA), and the full wave at half maximum is less than 1 nm. Although we improve the performance of ridge waveguide edge emitting laser and beam quality for stable output, there is still a need to further study the stable output over a wide range. The results in this paper will provide a useful reference for realizing the stable output ridge waveguide edge emitting lasers and the ultra-narrow line-width lasers.

Keywords: ridge waveguide edge emitting laser, lateral mode, mode stability

PACS: 42.55.Px, 42.60.Fc, 42.62.-b

DOI: [10.7498/aps.66.084205](https://doi.org/10.7498/aps.66.084205)

* Project supported by the Foundation of Based Technology, China (Grant No. YXBGD20151JL01), the National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 61575008, 60908012, 61376049, 61076044, 61107026, 61204011), the Natural Science Foundation of Beijing, China (Grant Nos. 4172011, 4132006, 4102003, 4112006), and the Scientific Research Fund Project of Municipal Education Commission of Beijing, China (Grant No. KM201210005004).

[†] Corresponding author. E-mail: gbl@bjut.edu.cn