10 Gbit/ s 高 T_0 无制冷分布反馈激光器 *

赵玲娟 朱洪亮 张静媛 周 帆 王宝军 边 静 王鲁峰 田慧良 王 圩

(中国科学院半导体研究所, 北京 100083)

摘要: 与折射率耦合分布的分布反馈(DFB)激光器相比,不管界面反射率是多少,增益耦合 DFB 激光器都能稳定地单纵模工作,而且具有高速、低啁啾的特性. 本课题组用 AlGaInAs/ InP 材料,采用增益耦合 DFB 结构,进行了单纵模激光器研发,并对器件特性进行了测试分析.

关键词: 分布反馈激光器; 单纵模激光器; 增益耦合

EEACC: 4270; 4320J; 2530C

中图分类号: TN365 **文献标识码**: A **文章编号**: 0253-4177(2005)08-1616-03

1 引言

分布反馈(Distributed Feedback)半导体激光器具有在高速调制下仍能保持单纵模工作的特性,成为长距离光纤通信的关键光源. DWDM 系统的出现对 DFB 激光器提出了更高的要求,因此高速率、低啁啾的 DFB 激光器的研究与生产越来越重要. 通常我们所说的 DFB 激光器是把光栅刻在激光器有源区附近的波导层上,属折射率耦合结构. 该结构由于模式简并问题,易出现双模. 由于增益耦合 DFB-LD 的主模与最大边模的阈值增益差很大,它对于界面反射和进入腔的反射光造成的不稳定性具有很强的抵抗性[1]. 与 InGaAsP/ InP 材料体系相比,采用 AlGaInAs 多量子阱材料制作的半导体激光器可以无制冷工作[2,3]. AlGaInAs/ InP 材料体系中,量子阱和垒的导带能级差大($\Delta E_c = 0.72\Delta E_g$),而在 InGaAsP/ InP 材料体系中 $\Delta E_c = 0.42\Delta E_g$,大的导带能级差,阻止了载流子中电子从量子阱向外的泄漏,提高了激光器的工作温度及其稳定性.

2 器件结构

图 1 为增益耦合 DFB 激光器的结构示意图. 用 MOCVD 技术在 n-InP 衬底上分别生长 n-AlGaInAs 限制层;1. 55μm 多量子阱有源区(6 个阱); p-AlGaInAs 限制层;p-InP,p-1. 2Q-InGaAsP,n-InP;在 1. 2Q-InGaAsP 和 n-InP 层用全息干涉曝光法制作光栅;再用 LP-MOCVD 二次外延生长 p-InP,1. 2Q-InGaAsP 腐蚀阻挡层;p-InP 盖层和 p^+-InGaAs 接触层. 我们把该器件制作成脊形波导结构;分别做好上下电极;解理成腔长为 250μm 激光器条;端面镀增透/ 高反光学膜;解理成管芯烧结在热沉上;测试其特性.

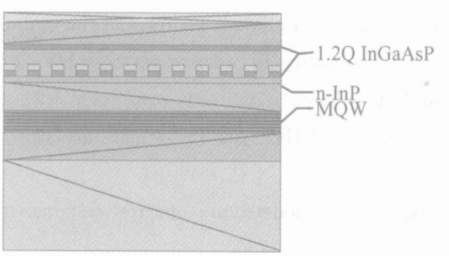

图 1 增益耦合 DFB 激光器结构示意图

Fig. 1 Schematic structure of gain-coupled DFB laser

3 器件特性

图 2 是不同温度下,管芯输出功率与驱动电流的关系曲线. 激光器的阈值在 25 ℃时为 17. 2mA,在

* 国家高技术研究发展计划资助项目(批准号:2002AA312150)

赵玲娟 女,研究员,主要从事半导体光电子器件(激光器、电吸收调制器、半导体光放大器、可调谐激光器等)及其功能集成的研究.

2004-12-18 收到,2005-05-08 定稿

©2005 中国电子学会

85 ℃时为 59. 6mA ,根据公式

$$I_{th}(T) = I_{th0}\exp(T/T_0)$$

计算出该温度区域内,特征温度为 71 K. 考虑到 1. 55μm 激光器比 1. 3μm 器件的俄歇复合更强的因素,该器件的特征温度与文献[2]报道的相当. 激光器的斜率效率在 25 ℃时为 0. 27mW/ mA ,在 85 ℃时为 0. 15mW/ mA , 在温度为 25 ℃, 驱动电流为 100mA 时,激光器的出光功率可达 20mW.

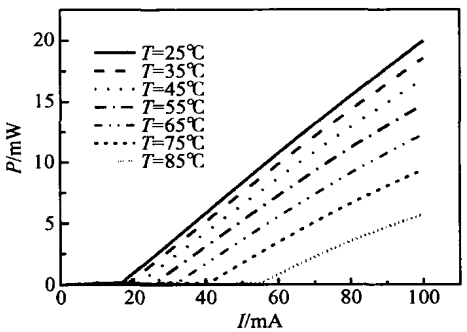

图 2　不同温度下功率与电流的关系曲线

Fig. 2　*P-I* curves at different temperatures

图 3 是增益耦合 DFB 激光器的光谱,从谱线看,该增益波导 DFB 激光器具有非常好的边模抑制比(35～45dB) ,而且边模抑制比在阈值附近,可以看到陡峭上升(见图 4) ,与折射率耦合相比,增益耦合增加了另一种边模抑制机制[4] ,另外增益光栅与模式场中主波的相互作用,导致激光器的自发辐射不会随阈值电流的下降而降低很多,增益耦合具有较高的边模衰减速率,从而也增加了边模抑制比[5].

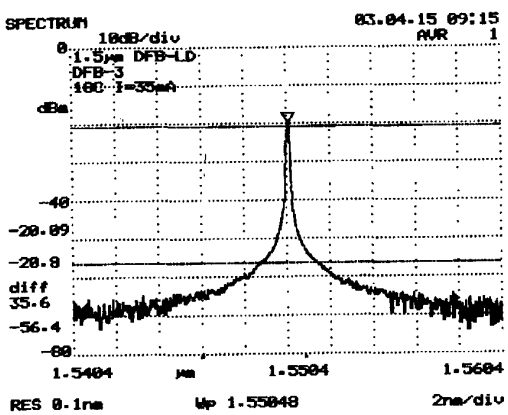

图 3　DFB 激光器的光谱

Fig. 3　Typical spectrum of the DFB laser

影响激光器调制速率的因素,除了材料设计外,降低激光器的串联电阻,降低器件的电容是有效的

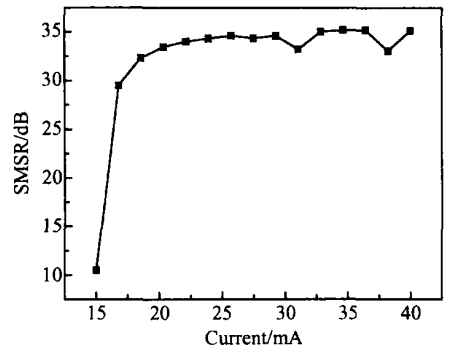

图 4　边模抑制比随电流的变化

Fig. 4　SMSR as a function of injection current

方法. 为此,我们制作的脊形波导条宽为 2μm ,电极压焊点直径为 80μm ,并且使压焊引线尽量短. 把制作好的 DFB 管芯烧结在热沉上,再焊接到我们设计的测量夹具上,夹具上装有匹配电阻和微带线[6]. 图 5 是用矢量网络分析仪测量 DFB 管芯的小信号频率响应曲线,3dB 带宽可达 10 GHz ,足以用于 10 Gbit/ s 的光纤传输系统.

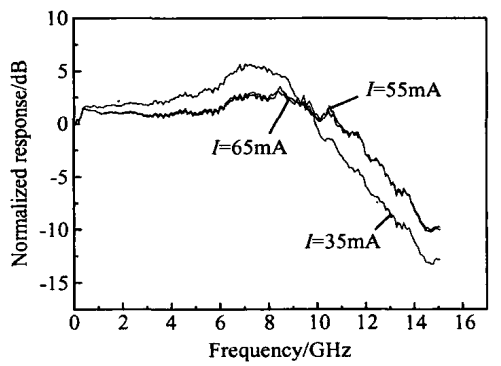

图 5　DFB 激光器的小信号频率响应曲线

Fig. 5　Small signal response of the DFB laser

4　结论

采用增益耦合结构研制出了特征温度高、边模抑制比大的 DFB 激光器,该激光器可用于无制冷的 10 Gbit/ s 的光发射模块,并实现了小批量生产.

参考文献

[1] Kazmierski C, Robein D, Mathoorasing D, et al. 1. 5μm DFB lasers with new current-induced gain gratings. IEEE J Sel Topics Quantum Electron, 1995, 1(2): 371

[2] Selmic S R, Chou T M, Sih J P, et al. Design and characteriza-

tion of 1.3-μm AlGaInAs-InP multiple-quantum-well lasers. IEEE Sel Topics Quantum Electron, 2001, 7(2): 340

[3] Higashi T, Sweeney S J, Phillips A F, et al. Observation of reduced nonradiative current in 1.3-μm AlGaInAs-InP strained MQW lasers. IEEE Photonics Technol Lett, 1999, 11: 409

[4] Chen C, Champagne A, Maciejko R, et al. Improvement of single-mode gain margin in gain-coupled DFB lasers. IEEE J Quantum Electron, 1997, 33: 33

[5] Chen Jianyao, Maciejko Roman, Makino Toshihiko. Self-consistent analysis of side-mode suppression in gain-coupled DFB semiconductor lasers. IEEE J Quantum Electron, 1998, 34(1): 101

[6] Xu Yao, Wang Wei, Wang Ziyu. Measurement of 3dB bandwitdth of laser diode chips. Chinese Journal of Semiconductors, 2003, 24(8): 794

10 Gb/s Uncooled DFB Lasers with High T_0 *

Zhao Lingjuan, Zhu Hongliang, Zhang Jingyuan, Zhou Fan, Wang Baojun, Bian Jing, Wang Lufeng, Tian Huiliang, and Wang Wei

(Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Gain coupled distributed feedback Bragg(DFB) lasers offer significant performance advantages, such as a stable single longitude mode, high speed, and low chirp, over the index coupled DFB lasers with different cavity reflectivity. Gain guided DFB lasers which are based on AlGaInAs/InP materials are presented. Analysis of the laser performance are given.

Key words: DFB laser; single longitude laser; gain coupled

EEACC: 4270; 4320J; 2530C

Article ID: 0253-4177(2005)08-1616-03

* Project supported by the National High Technology Research and Development Program of China (No. 2002AA312150)

Zhao Lingjuan female, professor. She is engaged in the research on semiconductor opto-electronic devices such as DFB lasers, tunable lasers, EA modulators, SOA, and their related monolithic intergrated devices on InP substrate.

Received 18 December 2004, revised manuscript received 8 May 2005 ©2005 Chinese Institute of Electronics