

GaAs/GaAlAs 激光器列阵有源区 电场分布研究

吴小萍 朱祖华

(浙江大学信息电子工程系, 杭州 310027)

方祖捷

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

摘 要 用连续波电光检测法测量了激光器列阵发光区电场分布, 并对其注入电流扩展作了模拟讨论。

关键词 注入电流, 激光器列阵, 连续波电光检测。

1 引 言

采用一种新型无损的电场测量技术——连续波电光检测法^[1~3], 已经直接测量了 GaAs/GaAlAs 双异质结条形激光器单管有源区的电场分布^[4], 有源区电场分布曲线有一个峰, 峰所处的位置与发光区位置之间有一对应关系。对于单元间隔很窄的由十个单元组成的激光器列阵, 电流注入以后载流子的分布是一个很复杂的问题, 各单元相互的影响很大, 其有源区分布并不是简单的十个峰的排列。本文就是基于发光区电场分布是各单元共同作用的综合效应这一观点出发, 从实验和理论上研究了激光器列阵的注入电流扩展, 以期对激光器列阵的机理研究提供有益的帮助。

2 实 验

实验所测试的半导体激光器列阵由中科院上海光机所制作, 是质子轰击双异质结条形结构, 由 10 个管芯单元组成, 条宽 5 μm , 条间距 8 μm , 列阵区 80 μm 。采用掺 Si-N 型 GaAs 衬底, 外延生长 N-Ga_{1-x}Al_xAs 为限制层($\sim 1 \mu\text{m}$, $x = 0.4$, 掺 Sn $\sim 5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$), GaAlAs 层作为有源区($\sim 0.1 \mu\text{m}$), P-Ga_{1-x}Al_xAs 为限制层($\sim 1 \mu\text{m}$, $x = 0.4$, 掺 Ge $\sim 5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$), N-AlGaAs 为顶层($\sim 0.4 \mu\text{m}$, 掺 Sn $\sim 1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)。

连续波电光检测法是基于电光晶体的线性电光效应。实验中采用透射光路和横向检测方式^[4]。实验装置如图 1 所示。InGaAsP 半导体激光器发出的 1.3 μm 的探测光经过样品后, 被分束片分成两路, 一路用于摄像机监视, 另一路到检测回路。为避免列阵本身强烈发光的影

响,在光路中设置了相应的滤光片。探测光光斑约 $3\ \mu\text{m}$,由于有源区很薄,加上上下限制层也才 $2.1\ \mu\text{m}$ 厚,所以如何恰当地选择光斑扫描位置是很重要的。认为使 $t_{\text{有源}} + t_{\text{上限制层}} + t_{\text{下限制层}}$ 处于光斑中心,是最有效地使光斑正好通过有源区的位置。由于是采用同一光束在样品表面平移扫描的方法进行测量,对每一点所测的电场虽是个综合反映,但其大小的相对变化也反映了各部分的相对场大小变化。实验测量了样管在偏置电流为 $220\ \text{mA}$ 、直流叠加峰值为 $400\ \text{mA}$ 的交流成分条件下的电场分布,如图 2 所示。实验中由于扫描所用的微分调

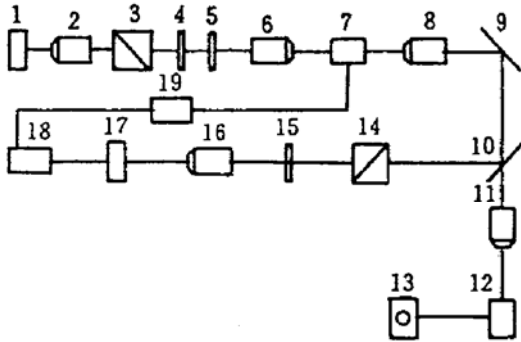


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental setup

1: laser, 2,6,8,11,16; objective, 3; polarizer, 4; 1/4 wavelength plate, 5,15; filter, 7; sample, 9; reflector, 10; beamsplitter, 12; TV camera, 13; monitor, 14; analyzer, 17; photodetector, 18; lock-in amplifier, 19; voltage supply

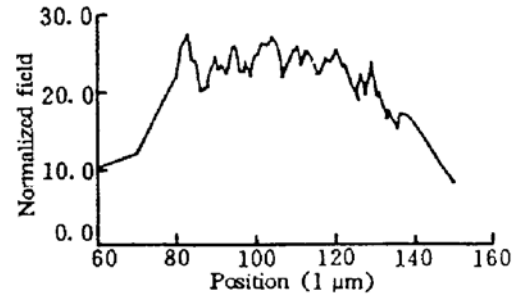


Fig. 2 Measured electric field distribution in the active layer ($L = 8\ \mu\text{m}$, $S = 5\ \mu\text{m}$)

节架行程为 $60\ \mu\text{m}$,细分区是在发光区内取 $60\ \mu\text{m}$,每隔 $1\ \mu\text{m}$ 进行扫描,其余区域每隔 $10\ \mu\text{m}$ 进行扫描。由于电场与电流的紧密联系,所测的电场分布也反映了电流分布。

3 讨 论

载流子由列阵每个单元注入后,显然注入电流不能完全被限制在条形区中,而应认为有一部分电流扩展出条区外。以高斯函数来拟合单管激光器扩展电流的横向分布与采用肖克莱近似用有限差分法算出的结电流分布较符合^[5],考虑 10 个单元的列阵,各单元分别独立工作,假设 10 个单元结构完全一致,分流相等,电流注入后各自在各单元内按高斯函数扩展,各点的电流是各个单元扩展电流的综合效果。

模拟了条间距为 $8\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m}$ 、 $20\ \mu\text{m}$,条宽为 $5\ \mu\text{m}$ 条件下的注入电流分布,结果如图 3

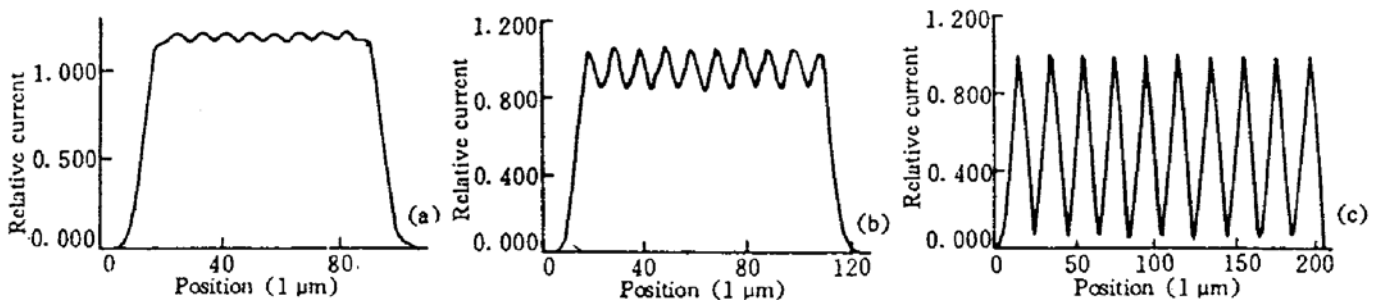


Fig. 3 Calculated result of injected current distribution ($S = 5\ \mu\text{m}$)

(a) $L = 8\ \mu\text{m}$, (b) $L = 10\ \mu\text{m}$, (c) $L = 20\ \mu\text{m}$

(a)、(b)、(c)所示。当单元间隔较小时,单元相互间影响较大,10 个单元电流叠加的综合效果,使条与条之间的区域注入载流子数目增多,电场保持较大的值。反之,则单元间影响变

小, 条间区域注入载流子数目较少, 电场值也较小。当单元间隔达到 20 μm 时, 两个单元之间的中点电流已经很小。条间隔为 10 μm , 20 μm 时, 相对于每个单元的位置, 电场分布有 10 个峰与之一一对应。而当条间隔为 8 μm 时, 电场分布只有 8 个峰, 中间的 6 个峰完全一致, 边缘的两个峰值稍有减少。最边缘的第 1 单元、第 10 单元, 虽有电流由电极条直接注入, 但其位置决定了周围单元扩展电流较小, 电流分布不显示有峰。

有报道^[6]对于 10 个单元耦合条形激光器, 当单元间距较大时, 光场近场分布有 10 个峰, 条与条之间光场较小。而当间距较小时, 光场只有 7 个峰, 与作者实验测得的电场进行类比, 测试的样管采用的工艺和文献报道的相同, 都用液相外延(LPE), 单元间隔都很小。由于光场与电场的紧密联系, 利用作者的模拟结果可以解释这个现象。实际的电场分布与样品制作工艺密切相关, 每个单元在工艺制作中不可能完全一致, 影响到每个管子的电流注入, 使实际发光区电场分布与模型有差异, 但发光区的电场分布的包络还是和模型设想的一致。

参 考 文 献

- [1] Z. H. Zhu, J. H. Zhu, J-P. Welwe *et al.*, New measurement technique: CW electro-optic probing of electric field. *Appl. Phys. Lett.*, 1986, **49**(8): 432~434
- [2] Y. H. Lo, Z. H. Zhu, C. L. Pan *et al.*, New technique to detect the GaAs semi-insulating surface property-CW electro-optic probing. *Appl. Phys. Lett.*, 1987, **50**(17): 1125~1127
- [3] 朱祖华, 信息光电子学基础. 杭州, 浙江大学出版社, 1990, 345~377
- [4] 朱祖华, 王硕勤, 丁纯等, 半导体激光器电场分布特性的连续波光电检测. 半导体学报, 1992, **13**(7): 417~423
- [5] 郭长志, 半导体激光模式理论. 北京, 人民邮电出版社, 1989, 459~462
- [6] Don. R. Scifres, Willian Streifer, Robert D. Burnham, Experimental and analytic studies of coupled multiple stripe diode lasers. *IEEE J. Quant. Electron.*, 1979, **QE-15**(9): 917~922

Electric Field Distribution in Active Layer of GaAs/GaAlAs LD Array

Wu Xiaoping Zhu Zuhua

(Department of Information and Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310008)

Fang Zujie

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai 201800)

(Received 3 March 1994; revised 12 May 1994)

Abstract A new model of the injected current spreading in the active layer for LD array is presented in this paper. Regarding the electric field distribution in the lasing region as a synthetical result of each unit, we also showed and explained the experimental result by using Continuous Wave Electro-optic Probing (CWEOP) method to detect the electric field distribution in the active layer of LD array.

Key words injected current spreading, LD array, Continuous Wave Electro-optic Probing (CWEOP).