

研究简报

1.55 μm 掩埋条形 InGaAsP/InP 激光器

王 圩 张静媛 田慧良及器件工艺组

(中国科学院半导体研究所)

1984年2月22日收到

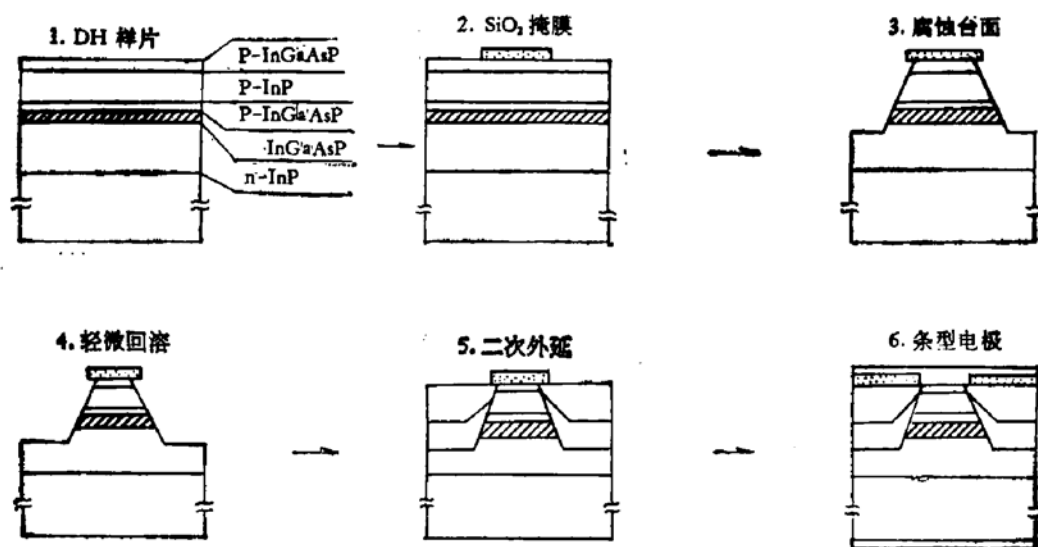
用两次液相外延的方法制备了 1.55 μm 掩埋条形 InGaAsP/InP 双异质结激光器。室温下的阈电流低达 55mA。在接近 3 倍阈值时,器件的光强-电流特性仍保持良好的线性度。直到 1.6 倍阈值时仍可得到稳定的单纵模、基横模工作。

一、引言

由于掩埋条形激光器对输出模式和注入电流的有效控制,使它成为实现低阈值,高效率,单模输出的最有前途的结构。InGaAsP/InP 长波长激光器已成功地采用了这种结构^[1-3]。目前,人们正致力于解决这种结构在高电压、大电流工作时存在的漏电现象^[2,4]以及提高成品率问题。为此,就要设计出结构配置合理,在工艺上又切实可行的结构。本文将介绍一种用低温过冷法生长埋区的台面条形和氧化物电极条形相结合的掩埋条形(BH)激光器,并对它的结构、制备条件和激射特性等做简要报道。

二、BH 激光器的结构和制备

BH 激光器的结构如图 1(6)所示,有源区被掩埋在较 InGaAsP 四元材料折射率低的

图1 制作 1.55 μm BH 激光器工艺流程

InP 中,以控制横向模式.为使注入的电流被有效地限制在窄的有源区内,采用了如下结构:①在埋区生长一个反向的 InP P-n 结,并使高阻抗的 P 型层和有源区相联接,以减小泄漏电流.②用 SiO_2 隔离,作条型电极.以构成对注入电流的双重限制.

BH 激光器的制作过程如图 1 所示,主要有四个步骤:外延生长带抗回溶层的五层结构^[1](称一次外延);台面腐蚀形成窄条型有源区;生长埋区(称二次外延);制作条型电极.

一次外延后,用 CVD 法在外延表面生长 SiO_2 薄膜,利用光刻技术在样品表面沿 $\langle 011 \rangle$ 晶向形成 SiO_2 掩膜条,用 HBr 系腐蚀液在样片表面刻蚀出深 $3\mu\text{m}$ 宽 $4\mu\text{m}$ 的台面.

形成台面的样片,经严格的清洁处理后再作为衬底送入反应管内.用起始生长温度为 600°C 的低温过冷法依次生长 P-InP (掺 Zn, $p \sim 5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$) 和 n-InP 层 (掺 Te, $n \sim 5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$) 以构成埋区.图 2 为二次外延后的样片剖面图.

在二次外延后的样品表面再次淀积 SiO_2 ,用套刻技术在样品的台面上刻出条形窗口,以形成欧姆接触电极区.用常规工艺制作出 P 面朝下烧结在 Cu 热沉上的 BH 激光器.



图 2 BH 样片的剖面

三、器 件 特 性

(1) 伏-安特性

图 3 为 BH 激光器的伏-安特性,和通常的宽接触器件的伏-安特性相比,BH 激光器有明显的漏电存在,我们认为最可能的漏电通道是来自一次外延片的台面和二次外延的埋区结合处.这有待于进一步改进台面腐蚀表面的完整性以及二次外延前的回熔来解决,以提高器件的特性.

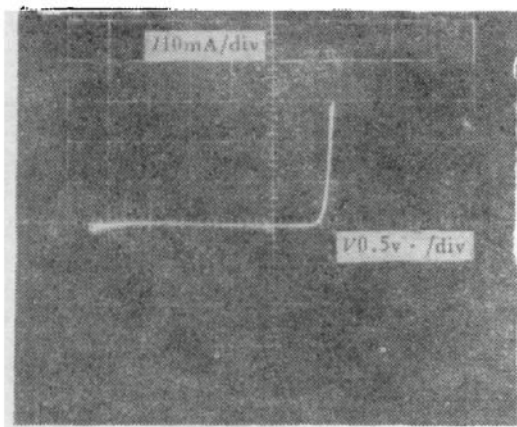


图 3 BH 激光器 I-V 特性

(2) 阈电流和光强-电流特性

用一次外延片所做宽接触器件的阈电流密度一般为 $3\text{kA}/\text{cm}^2$,最低达到 $1.8\text{kA}/\text{cm}^2$.图 4 是 BH 激光器的连续工作光强-电流特性,其室温阈电流为 55mA ,在接近 3 倍阈值时的光强-电流特性仍保持良好的线性度,没有扭折.图 5 给出了一组同一器件在不同环境温度下的光强-电流特性曲线.由图可知,当环境温度从 16°C 增加到 30°C 时,阈值变化很少.这种阈电流对温度不敏感的现象也表明了器件可能存在着较大的漏电,以致掩盖了阈值随温度的变化.

(3) 光谱特性

BH 激光器在不同工作电流下的激光光谱如图 6 所示.由图可知,器件在 1.6 倍阈值

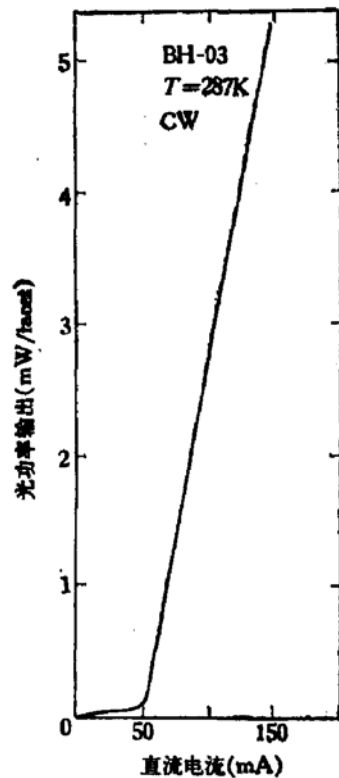


图 4 室温下的光强-电流特性

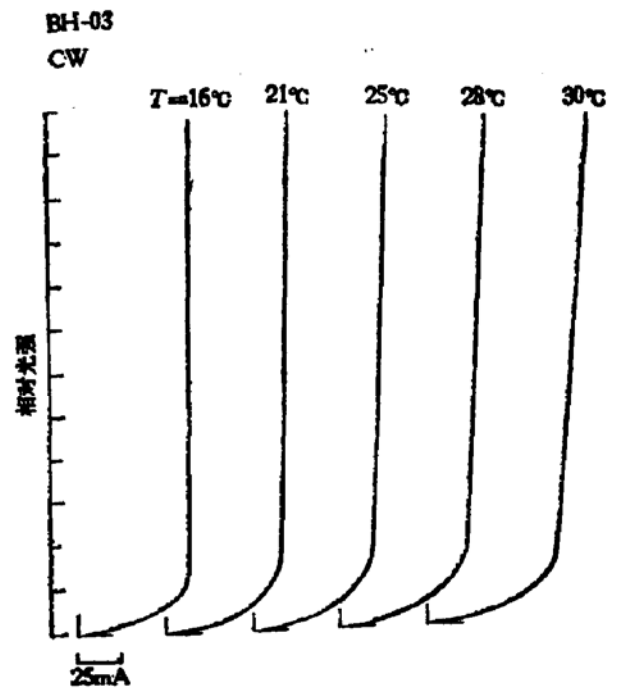


图 5 不同环境温度下器件的光强-电流特性

处仍保持单纵模激励, 半宽 $< 3\text{ \AA}$, 激励波长为 $1.54\mu\text{m}$.

(4) 近场分布

图 7 为 BH 激光器的近场分布图。从 1.2 倍阈值到 1.6 倍阈值时的近场都近似为高斯分布。结合图 6 的光谱特性, 可以认为我们的 BH 激光器在一定的工作电流下已达到了稳定的单纵模、基横模激励。

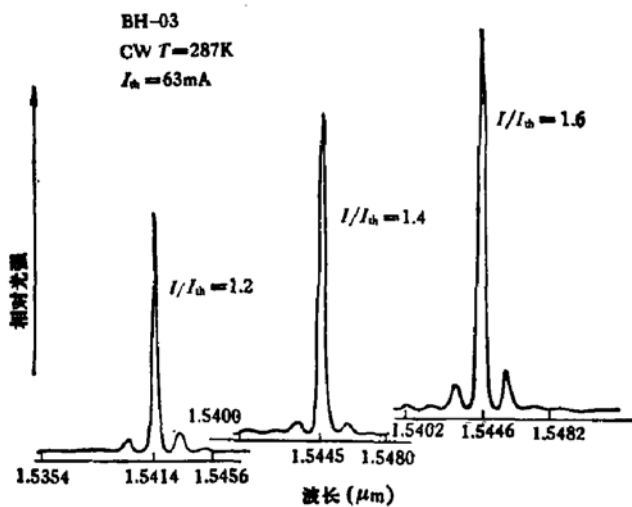
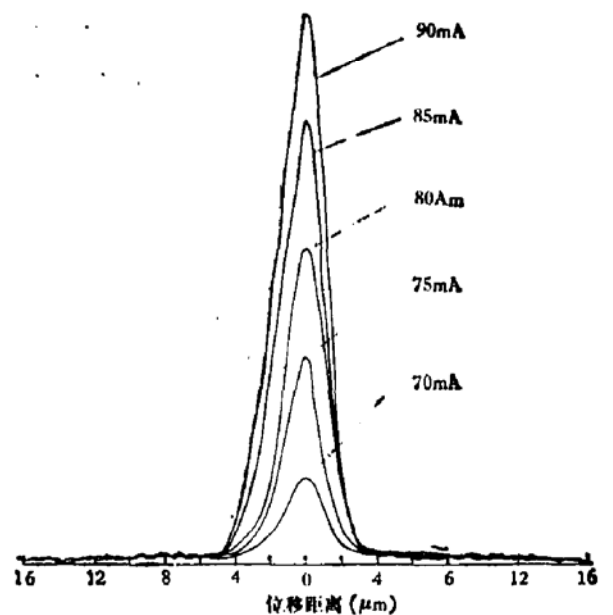


图 6 BH 激光器在不同电流下的激励光谱

图 7 BH 激光器在不同注入电流下的近场分布
BH-03 $T=291\text{K}$ // 端面 CW

四、结 束 语

和一般的质子轰击条形 (PBS) 激光器相比, BH 激光器能得到低阈值、高功率输出和横向模式的控制, 而 PBS 激光器则比较困难。目前, 我们用两次液相外延的方法已制备了 $1.55\mu\text{m}$ 掩埋条形 InGaAsP/InP 激光器。室温下的阈电流为 5.5mA。在接近 3 倍阈值时器件的光强-电流特性仍保持良好的线性度。直到 1.6 倍阈值仍可得到稳定的单纵模, 基横模激射。目前, 我们的 BH 激光器还存在着漏电的问题。预计, 在改进器件的埋区结构从而降低漏电流之后, 进一步减小阈值提高微分量子效率是完全可能的。

在工作中, 得到了高季林、许继宗、汪孝杰、么淑琴等同志的协助, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] K. Kobayashi and S. Matsushita, 4th International Conference on integrated optics and optical fiber communication, Technical Digest, 27 B 2—1 (1983).
- [2] H. Nagai, Y. Noguchi, Y. Toyoshima and G. Iwane, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 19, L218(1980).
- [3] Y. Itaya, Y. Suematsu, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 19, L141 (1980).
- [4] K. Takahei, Y. Nakana and Y. Noguchi, The European Conference on Optical Communication, 11, 1—1, Sept., 1981.
- [5] 王 圩, 张静媛, 田慧良, 孙富荣, 应用激光, 3 No. 6, 38 (1983).

1.55 μm Wavelength Buried Heterostructure InGaAsP/InP Lasers

Wang Wei, Zhang Jingyuan, Tian Huiliang
and

Device Technology Group

(Institute of Semiconductors, Academia Sinica)

Abstract

1.55 μm wavelength InGaAsP/InP BH Lasers have been developed using two steps LPE. At room temperature the CW threshold current is as low as 55 mA. *L-I* characteristics still keep good Linearity even if approaching a three fold DC threshold current. The stable single longitudinal mode and fundamental transverse mode operation can also be obtained at a 1.6-fold DC threshold current.