

CCTS 结构 GaAs/AlGaAs 单量子阱 双稳态激光器

李建蒙 朱龙德 王启明

(中国科学院半导体研究所, 北京)

1989年9月12日收到

本文报道了 GaAs/AlGaAs 单量子阱 (SQW) 双区共腔 (CCTS) 结构的双稳态激光器, 给出了增益区和吸收区分别注入电流时的三端器件结构, 并在脉冲工作中得到了双稳特性。

主题词 半导体激光器, 双稳态, 单量子阱

自从有源双区共腔双稳态激光器被提出以来^[1], 近二十几年来, 在这方面的研究中已发表了许多文章。在 GaAs/AlGaAs^[2] 和 InGaAsP/InP^[3] 异质结构方面, 都已成功地获得了双稳特性, 并对其产生的机理进行了大量的分析工作。对量子阱结构来说, 无源双稳器件已给出许多报道^[4-5], 而对有源量子阱双稳器件的报道却很少^[6]。本文报道了用 GaAs/AlGaAs 单量子阱结构制作的双区共腔双稳态激光器, 并获得了脉冲工作下的双稳特性。

实验中用的器件结构如图 1 所示。图中, 器件材料为 GaAs/AlGaAs 单量子阱结构, 阵宽为 120 Å。器件为三端脊型波导双区共腔结构, 其中电隔离槽是用电极剥离工艺与脊型沟槽同时制成的。两个正电极分别注入电流(增益区)和抽取电流(吸收区), 两区长

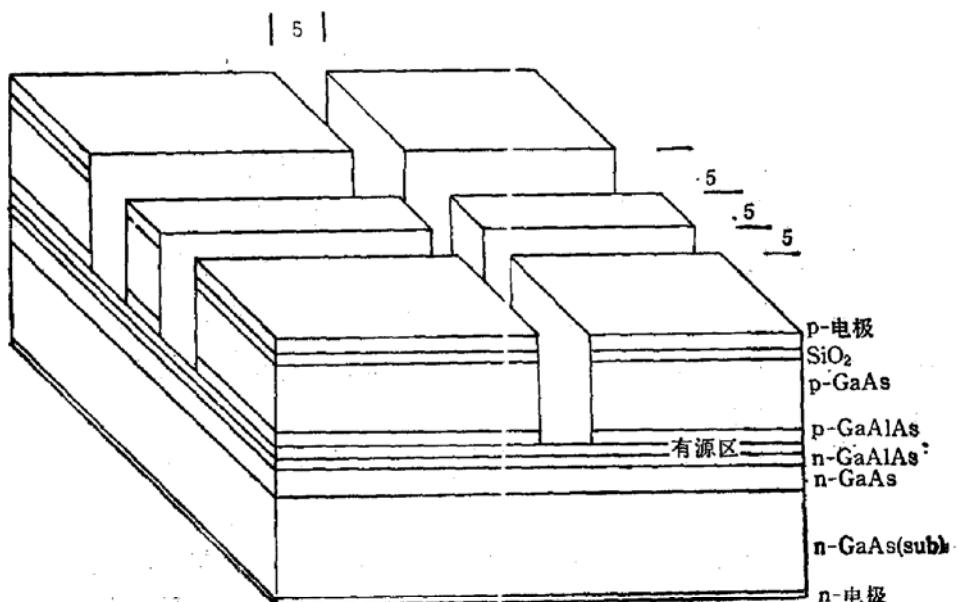


图 1 器件结构(三端器件)

度之比为 2:1，隔离电阻为 $1k\Omega$ 。

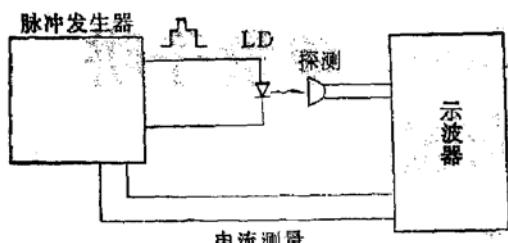


图 2 测量装置

由于器件的热特性，只在脉冲工作下进行了测量。测量装置如图 2 所示。为了观察到双稳特性，注入电流脉冲采用的是阶梯波形。

图 3 给出了三端器件的测量结果。图中 (a) 为吸收区不注入电流的情况，由图可见，输出呈现双稳特性。(b) 为吸收区注入 $-1.9mA$ 电流时的输出响应，对比(a)可见其萤光部分有所改善，增益区注入电流的变化只有很微弱的增加，这是由于吸收区的抽取电流增加了增益区的负载而产生的结果。

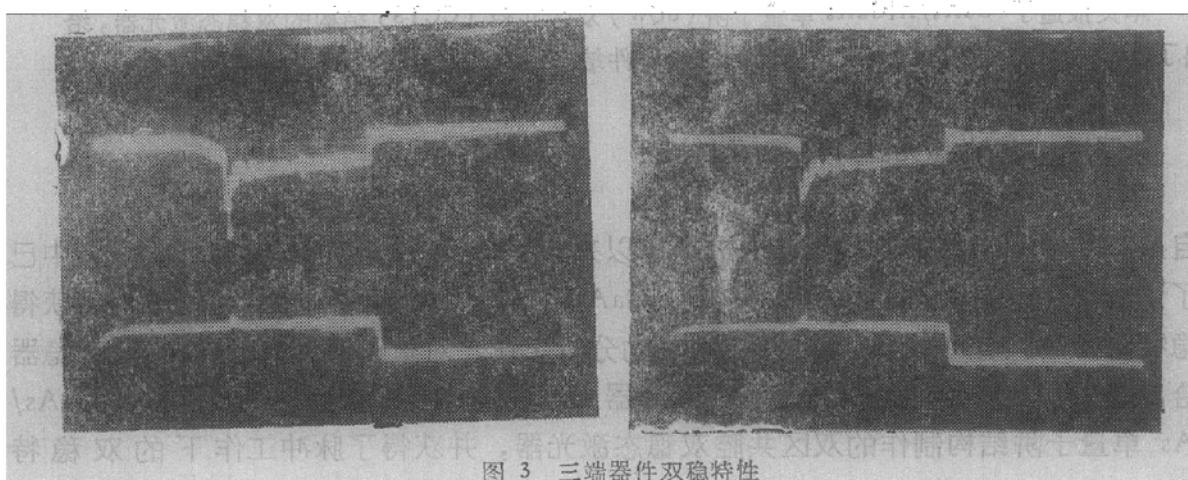


图 3 三端器件双稳特性

$I_1: 1V/div, P_0: 0.5mV/div x: 2\mu s/div$

(a) $I_2 = 0$, (b) $I_2 = -1.9mA$

在测量中发现，量子阱双稳态激光器的均匀注入阈电流和双区分别注入的阈电流之差要比体材料的大许多，也就是说将两区电极连在一起注入(相当于普通激光器)的阈电流和单区注入(呈现双稳特性)的阈电流之差要比同样情况下的体材料双稳激光器大许多。因此可以说量子阱材料制作有源双稳态激光器要比体材料的相对困难些，而且其输出光强也比较弱。

这可以由量子阱内载流子的填充过程中，子带内的交换作用使得带隙收缩^[7]而引起吸收区的吸收几率下降来解释。首先，双稳态激光器的工作机理为，增益区注入的电流达到一定程度(阈值)时，吸收区通过吸收增益区产生的光子而达到透明，因此产生受激发射，输出产生跳变从低态跃到高态。当注入低于阈值时，由于吸收区仍可维持透明，所以输出仍保持在高态。直到注入低到使吸收区无法维持透明时，输出光强由高态跃到低态。所以有两个稳定状态存在。

由于量子阱材料是子能级，所以由于载流子的填充引起增益区能带的收缩效应要比体材料中的作用大，使得增益区产生的自发发射光的波长相对吸收区的主要吸收波长要长，所以增益区产生的光被吸收区吸收的几率变小，只有加大增益区的注入才能使吸收区吸收到足够的光而达到透明产生激射输出。正是由于量子阱的这种带隙收缩效应，使在量子阱中不易产生双稳现象。

以上给出了量子阱双稳态激光器的初步实验结果。在我们的实验中得到, 由于量子阱材料的特殊性, 使得它制成双稳激光器后无法体现出它的低阈值特性。它的双稳现象的产生相比体材料来说要困难些。

作者感谢在器件制作中给予帮助的王丽明, 吕卉等同志。

参 考 文 献

- [1] G. J. Lasher, *Solid-state Electron.*, **7**, 707 (1964)
- [2] Ch. Harder, K. Y. Lau and A. Yariv, *Appl. Phys. Lett.*, **39**, 382 (1981).
- [3] H. Kawaguchi and G. Iwane, *Electron Lett.*, **17**, 167(1981).
- [4] H. M. Gibbs, S. L. McCall, T. N. C. Venkatesen, A. C. Gossard, A. Passer and W. Wiegmann, *Appl. Phys. Lett.*, **35**, 451(1979).
- [5] D. A. B. Miller, D. S. Chemla, T. C. Damen, A. C. Gossard, W. Wiegmann, T. R. Wood and C. A. Burrus, *Appl. Phys. Lett.*, **45**, 13(1984).
- [6] S. Tarucha and H. Okamoto, *Appl. Phys. Lett.*, **49**, 543 (1986).
- [7] K. M. S. V. Bandara, D. D. Coon and O. Byungsun, *Appl. Phys. Lett.*, **53**, 1931 (1988).

GaAs/AlGaAs Single Quantum Well (SQW) Bistable Laser with CCTS Structure

Li Jianmeng, Zhu Longde and Wang Qiming

(Institute of Semiconductors, Academia Sinica)

Abstract

This letter reports a GaAs/AlGaAs single quantum well bistable laser with CCTS structure. The bistability is demonstrated in the laser by injected currents into gain section and loss section, respectively.

Key words Semiconductor Laser, Bistable, Single Quantum-Well

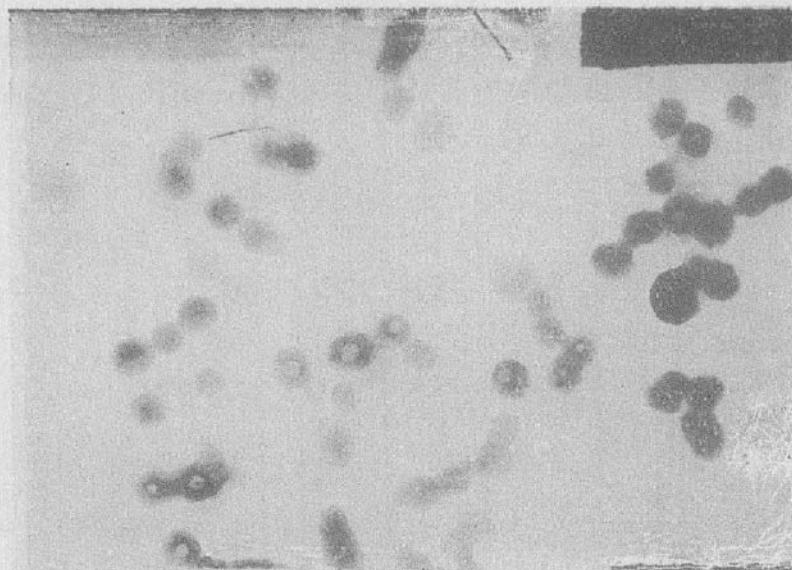


图 1 450°C 时, a-Si:H 薄膜中具有类似分叉状分形区的 TEM 像 $\times 7 \times 10^4$

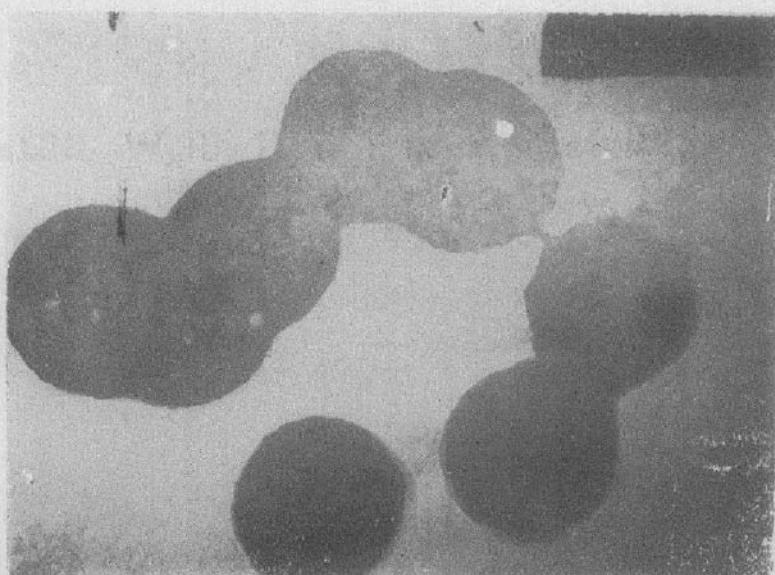


图 3 450°C 时, a-Si:H 薄膜中分形区因扩散而粘连的 TEM 像 $\times 10^5$

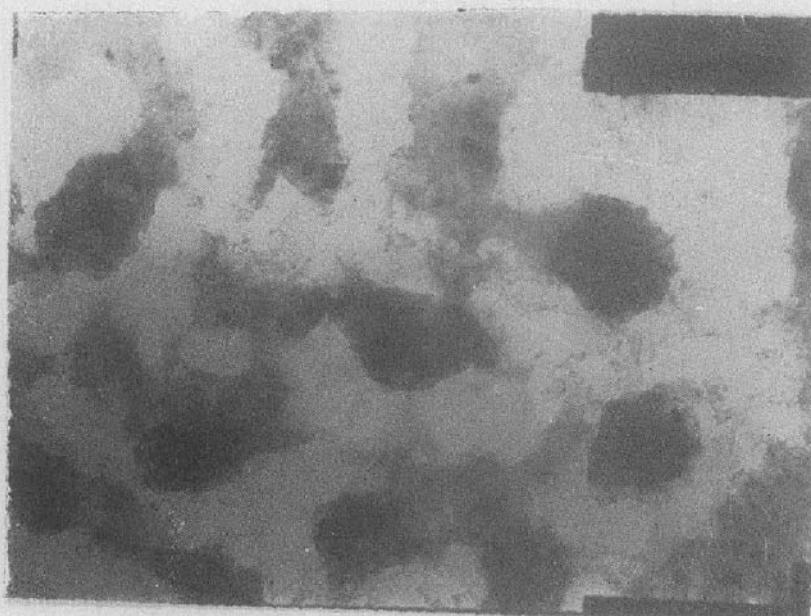


图 4 800°C 时, a-Si:H 薄膜中分形区继续长大形成大的岛状结构 $\times 5 \times 10^4$