

# GaAs/GaAlAs 多量子阱 CCTS 结构 双稳态激光器的实验研究\*

熊飞克 高文智 吴荣汉 王启明

(中国科学院半导体研究所 北京 100083)

**摘要** 本文报道了 GaAs/GaAlAs 多量子阱(MQW)双区共腔(CCTS)结构的双稳态激光器。该器件利用多次离子注入形成电隔离很好的双电极结构,吸收区上加上一定反偏电压时得到了双稳特性,观察到了器件工作于双稳态时对光谱边模的显著抑制。

**PACC:** 4255P, 4265P, 4280S

CCTS(Common Cavity Two Section)结构双稳态激光器具有许多新颖的特性,如宽域稳态单纵模发射,光开关记忆,光放大效应等,多年来人们对 CCTS 结构激光器及其各方面的特性研究作了较多工作<sup>[1-3]</sup>,但这些工作基本上都是针对 GaAs/GaAlAs 或 InP/In-GaAsP 异质结构进行的,量子阱结构方面的有关报道很少,本文报道了用 GaAs/GaAlAs 多量子阱结构材料制用的双区共腔双稳态激光器,在准连续工作状态下得到双稳特性,对器件的光谱测量观察到了器件的双稳工作状态对边模的显著抑制。

采用的器件结构如图 1 所示. 器件材料为用 LP-MOVPE 生长的 GaAs/GaAlAs 多量子阱结构材料. 由于考虑到与多量子阱光强调制器单片集成的需要,材料结构参数选择时兼顾了调制器特性优化的要求,阱宽度取 120 Å,阱的个数为 8,典型的器件长度为 400 μm,增益区与吸收区的长度比约为 2 : 1.

双稳态激光器中产生双稳态的必要条件是器件激射前吸收区吸收到足够多增益区产生的光子,进入非线性吸收范围,使吸收饱和变成透明态. 有两个方法可使吸收区吸收到足够多的光子:一是加大增益区的注入;另一是增大吸收区的吸收. 由于量子阱中子能带是分立的能级,载流子填充过程中子带内的交换作用导致明显的带隙收缩<sup>[4]</sup>,另外由于存在室温激子,吸收边较陡直,吸收区对增益区发射光的吸收要比体材料中的相应吸收弱得多,加大注入也无法使器件在激射前吸收区进入非线性吸收范围,无法实现双稳态工作. 但可以采取另

\* 国家自然科学基金资助项目

熊飞克 男,1954 年生,副研,从事 MOCVD 材料生长与量子阱器件的研究

高文智 男,1966 年生,助研,从事半导体量子阱结构器件与集成技术的研究

吴荣汉 男,1939 年生,研究员,从事多量子阱材料结构和器件集成技术的研究

1993 年 9 月 7 日收到初稿,1993 年 12 月 5 日收到修改稿

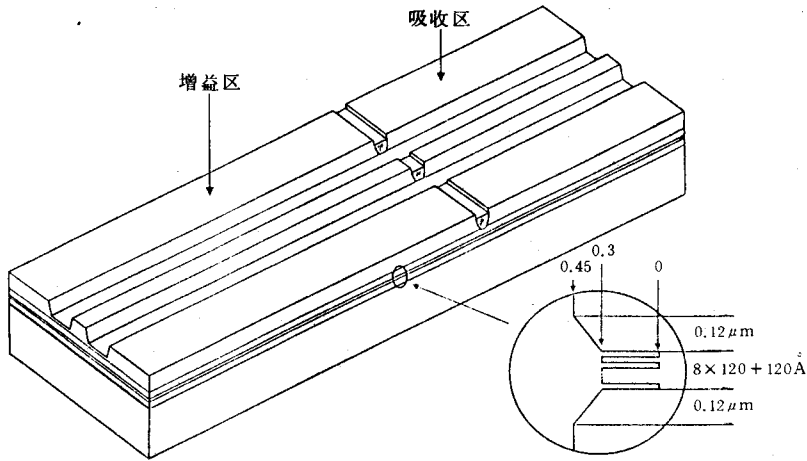


图 1 GaAs/GaAlAs 多量子阱 CCTS 双稳态激光器结构

一方法:在吸收区加上一定的反向偏压,利用量子阱材料中量子限制斯塔克(QCSE)效应使吸收边向长波方向移动,使吸收区对增益区产生的光子产生强烈吸收而实现双稳态工作.由于增益区为正向偏量注入而吸收区需加反向偏置,故量子阱 CCTS 双稳态激光器必须做成双电极结构,而且要求两区之间的隔离要好,以尽量减小两区之间泄漏电流对器件性能的影响.单靠沟槽很难得到较大的隔离电阻,而且当隔离电阻较大时上限制层厚度必须几乎为零,这将在腔内形成较强的内反射.我们采用先刻蚀浅槽再在槽内多次离子注入( $H^+$  120keV,  $H^+$  60keV,  $O^-$  340keV)的方法制作区间电隔离,浅槽深度 0.6 $\mu$ m,宽度 5 $\mu$ m.这种方法在上限制层形成一窄条纵向分布较均匀的隔离区,适当选择注入条件使注入对有源区损伤很小,因此得到高达 2M $\Omega$  的隔离电阻,同时隔离区对有源层的影响又很小,把吸收区电极与增益区电极并接让器件作普通激光器使用时的阈值电流与同一外延片用同样工艺制作,具有相同腔长的普通激光器的阈值电流基本相同.

由于象普通激光器一样简单地 n 型层(衬底)向上安装会使 p 型层上的双电极短路,双电极结构量子阱 CCTS 激光器不得 n 型层朝下安装,这使得器件热阻变大,同时由于量子阱材料结构同时要兼顾调制器的性能要求,器件在室温连续工作时很快退化.在准连续状态下对器件的双稳特性进行了测量,

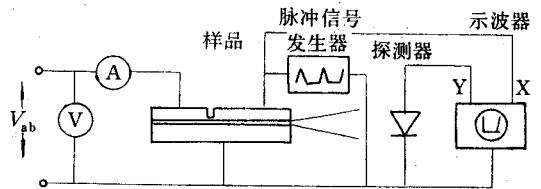


图 2 测度装置示意图

测量装置如图 2 所示,脉冲发生器输出的是周期约 10ms,宽度为 2ms 的三角波,图 3 给出了器件双稳特性的测试结果,测试表明,当吸收区开路不加偏压时,器件不呈双稳特性,输出特性如同普通激光器,吸收区上加反偏电压后器件呈双稳特性,随偏压增大,双稳跨度增大,阈值电流也增大,而输出功率减小,典型的输出功率为 1.8mW(单面,双稳跨度内).

用 MS9001B1 型光学频谱分析仪测量了不同注入电流时器件的光谱特性.图 4 给出了测试结果,图 4(a)表明当注入电流在双稳跨度以外时,光谱为多纵模,图 4(b)则是注入电流在双稳跨度以内时的光谱特性,可见此时光谱边模已受到强烈抑制,成为单纵模.这是由于

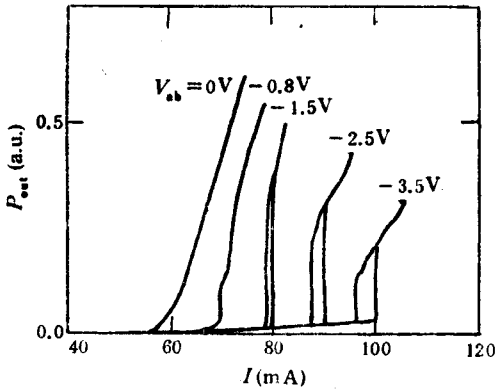


图 3 器件的双稳特性

量子阱材料存在尖锐的室温激子共振吸收峰,吸收区对某一波长的增益区自发发射光吸收特别强烈,导致吸收区吸收饱和,对此波长的光变得近乎透明,产生显著的选模作用.

由于 CCTS 双稳态量子阱激光器具有自选模功能,连续工作时可以较方便地得到稳定的单纵模输出,将连续工作的 CCTS 双稳态量子阱激光器与具有类似结构的量子阱光调制器配合使用可望作为一种新的动态单纵模光源组件在光通信领域得到较广泛的应用.

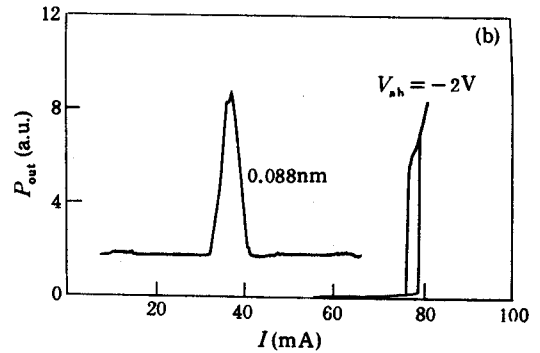
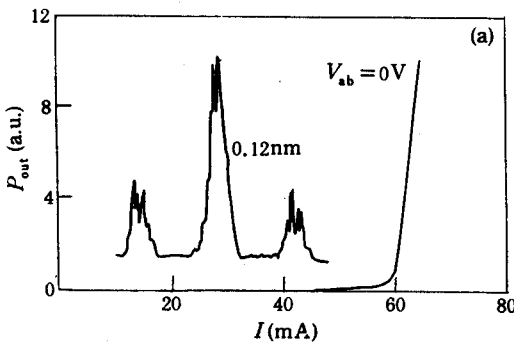


图 4 不同注入时的光谱特性

**致谢** 商作起同志在离子注入隔离方面,金才政同志和潘昆同志在光谱测量方面,吕卉和罗丽萍同志在器件制作方面给予了很大的帮助,作者在此向他们表示感谢.

### 参 考 文 献

[1] G. J. Lasher, Solid State Electron, 1964, 7: 707.  
 [2] Cu. Harder, K. Y. Lau and A. Yariv, Appl. Phys. Lett. ,1981, 39: 382.  
 [3] H. Kawaguchi and G. Iwane Electron Lett. ,1981, 17: 167.  
 [4] K. M. S. V. Bandara, D. D. Coon and O Byungsun Appl. Phys. Lett. ,1988, 53: 1931.

## Experimental Results for GaAs/GaAlAs Multiple Quantum Well (MQW) Bistable Laser With CCTS Structure

Xiong Feike, Gao Wenzhi, Wu Ronghan and Wang Qiming

*(Institute of Semiconductors, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100083)*

Received 7 September 1993, revised manuscript 5 December 1993

**Abstract** This letter reports on a GaAs/AlGaAs multiple quantum well (MQW) bistable laser with CCTS structure. The bistability is demonstrated in the laser by applied electronic field on the absorption section. Obvious side mode restraint was observed when the device works in bistable region.

**PACC:** 4255P, 4265P, 4280P