

研究简报

InGaAsP/InP CCTS 双稳态激光器的 纵模及偏振特性

李建蒙 王启明

(中国科学院半导体研究所,北京)

1989年11月6日收到

本文给出了 InGaAsP/InP CCTS 双稳态激光器的模式特性。通过实验得到对双稳态激光器来说其吸收区的存在,使其对偏振及纵模的选择有一定的作用,使得 TM 模的输出强度在总输出中占的比例更小,及在双稳区内给出单纵模输出。

主题词 双稳态,半导体激光器,偏振,模式特性

自从 CCTS 双稳态激光器被提出以来^[1],对其各方面的特性研究已有许多报道^[2-4]。作者也已报道了这种器件的输出特性,光谱特性,光注入和电注入下的稳态及瞬态特性^[5,6]。本文给出了双稳态激光器的输出偏振特性以及发射谱和吸收谱,并作了定性的分析。

在半导体激光器中,增益分布和端面反射率在选择谐振腔模式中起着主要的作用。前者通过各腔模(包括纵模和横模)的增益差起选模作用;而后者则通过各腔模的损耗起选模作用;而且由于对不同偏振有较大的损耗差而成为主要的偏振选择机制。

在双稳态激光器中,由于存在着两个电流注入区(增益区和吸收区),所以它的输出特性表现出与普通激光器的差异。在我们的实验中,吸收区是用 SiO₂ 隔离制成的,所以吸收区的注入电流为零,器件结构在参考文献[5]中给出。在器件工作时,由于吸收区无电流注入,所以它只吸收由增益区发射过来的光,并由于光的吸收而使得吸收区的吸收系数发生变化,从而引起激光器的腔增益改变。当吸收区吸收了一定强度的光后会使之达到透明,从而产生了选模特性。

为了了解双稳态激光器的特点,我们对一双稳态激光器和一普通激光器进行测量,这两个激光器是用相同工艺从同一外延片上制得的。为测偏振特性,我们用偏振片在它们的出光方向上进行检偏。图1给出了测量结果,其中(a)为普通激光器,(b)为双稳态激光器;两图中的①为不考虑偏振时的输出特性,②为输出中偏振方向平行于结面方向(类似于 TE 模)的部分,③为输出中偏振方向垂直于结面方向(类似于 TM 模)的部分。由结果可得,在普通激光器阈值点附近的 TM 与 TE 模之比为 20 左右,而对相同条件下的双稳态激光器来说其比值为 35 左右,由于只考虑相对比值,所以没有测量它们的实际输出强度。因为这两种激光器是用相同的材料和工艺制成的,所以具有相同的端面反射率,但从

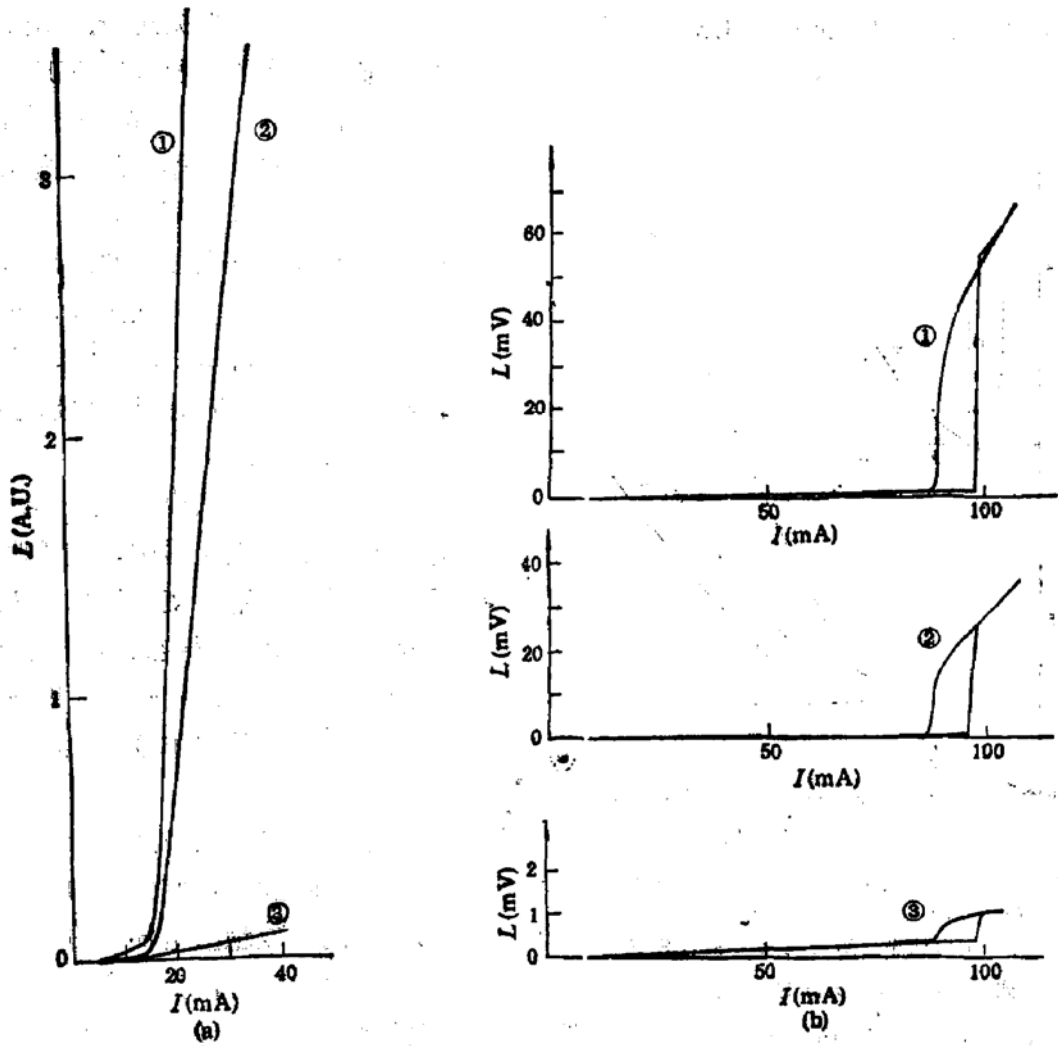


图 1 偏振特性

(a) 普通激光器. (b) 双稳态激光器

①输出特性 ② TE 模 ③ TM 模

结果知它们对偏振的选择是有差别的。由于这两种器件结构上的差别仅在于双稳态激光器中的可饱和吸收体，所以我们认为吸收区的存在使得双稳态激光器在偏振选择方面具有更强的选择特性，这样才能说明上述两个比值的差别。因此，我们测量了吸收区对不同偏振的吸收特性。由于吸收区是无电注入的，而且它只在激射前起作用，所以可以将它认为是一个无源的体材料。因此，我们在测量中对双稳态激光器不加任何注入，只考虑材料本身对偏振光的吸收特性，这样比较接近于实际工作的情况。将白炽灯光源产生的光用偏振片进行检偏后照射到双稳态激光器的侧面上，然后测其所产生的光电流值。图 2 给出了不同偏振方向上的光电流值(吸收)。图中①为自然光入射，②为入射光偏振方向垂直于结面方向(TM)，③为入射光偏振方向平行于结面方向(TE)。插图为人射的 TE 光和 TM 光的强度值，可见它们是相等强度的。由于对不同方向上的偏振光来说，当它们垂直入射到一个平面上时，它们的反射率是相同的，此时，面反射率不起选择作用。而对双稳态激光器来说，有源区的侧面积只有 $0.8 \mu\text{m}^2 (0.2 \mu\text{m} \times 4)$ ，并且白炽灯光源的发光点为 mm 量级，它到双稳态激光器的侧面的距离为 30cm 左右，所以入射到激光器侧面

上的光可以被认为是垂直入射的，这样就消除了侧面对入射光的偏振选择。由图 2 可知

双稳态激光器的有源区在不加注入时对 TE 模和 TM 模的光的吸收是不同的，所以说双稳态激光器中的可饱和吸收体的存在使它对 TM 模的吸收要大于 TE 模，也就是说预先在器件内部由可饱和吸收体进行了一次偏振选模，然后通过端面反射率进行再一次选模，所以它的输出中 TM 模所占的比例要比普通激光器的弱一些。

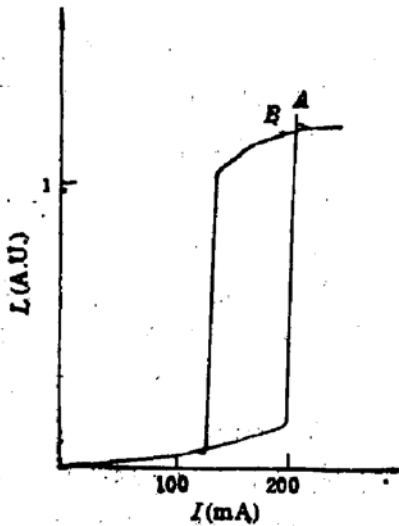
增益分布对纵模的选择起主要作用。在双稳态激光器中，由于吸收区的可饱和吸收作用，使得输出在双稳区电流范围内(即两个稳态共存的电流区域，如图 3 (a))是单纵模输出。图 3 给出了它的输出光谱特性和光电流谱(吸收谱)。

由图可见在双稳区电流范围内由于可饱和吸收的作用使之是单纵模输出的(B点);而在双稳区电流范围外由于可饱和吸收的作用已消失，所以输出为多模

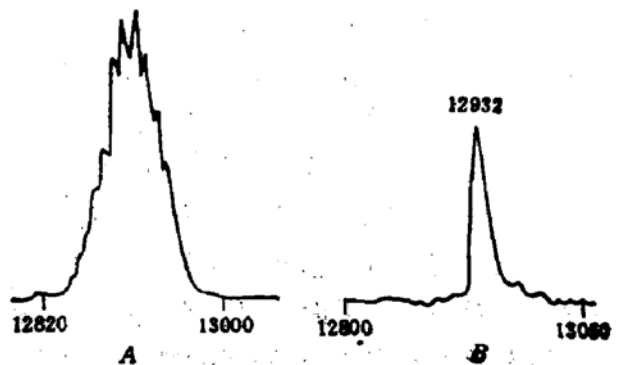
图 2 不同偏振方向的光入射到双稳态激光器中的光电流值 其中： P_I ——入射光强， I_P ——光电流
①自然光 ② TM 模 ③ TE 模
插图为不同偏振方向的人射光的强度关系

(A点)。用白炽灯经过单色仪进行波长选择后，对双稳激光器进行侧面照射，得到的光电流谱如图 3 (c) 所示，可见吸收峰值在 10000 \AA 附近(对应的为 InP 的吸收边 $E_g=1.34 \text{ eV}$)。相对来说在发射波长 $1.3 \mu\text{m}$ 附近的吸收已经比较弱些。

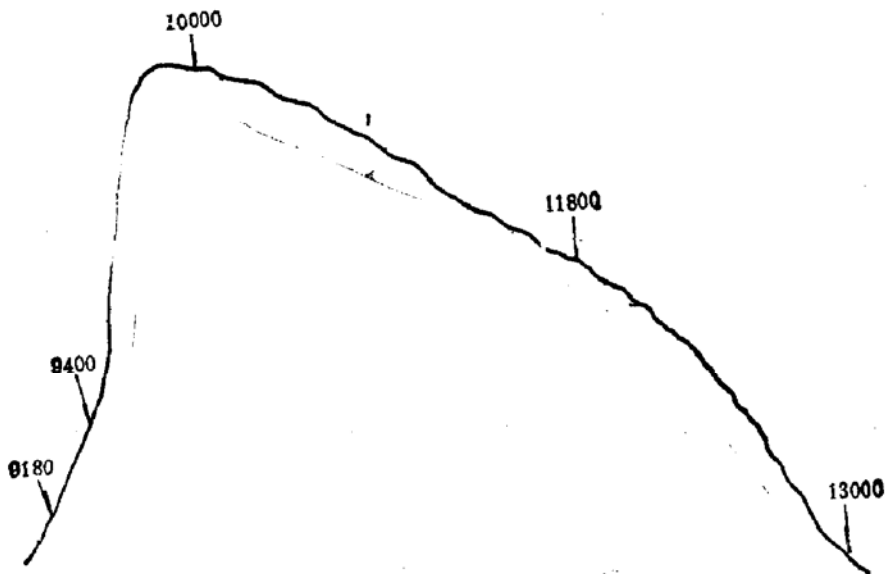
为了从另一方面证实上面的结果，我们测量了不同波长下的 $L-I$ 特性，以了解各个



(a) $L-I$ 特性



(b) 相应于(a)中 A, B 两点的光谱输出(横坐标单位 50 \AA)



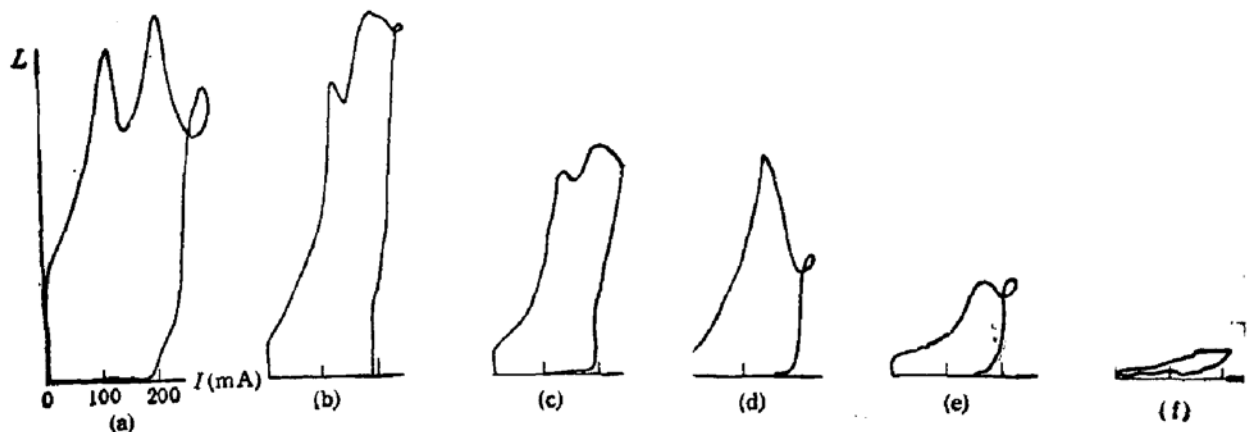
(c) 光电流谱(横坐标单位: Å)

图3 双稳态激光器的输出光谱和吸收谱

波长在双稳产生中所占的比例。在激光器和探测器之间加单色仪来选择波长,测其不同波长下的 $L-I$ 特性,图4给出其结果。可见离发射波长越近的波长起的作用越大,即是说双稳区电流范围和相应的输出强度越大。这也说明了在双稳区电流范围内是单纵模工作的,而在双稳区电流范围之外的模式比较复杂,它是多模工作的。由图3、4可得到可饱和吸收区的存在,在双稳区电流范围内对纵模起到了选模作用。

通过以上的结果我们得到在双稳态激光器中,由于可饱和吸收区的作用使得双稳态激光器在模式选择方面呈现出优势,表明了吸收区对模式选择起到了重要的作用。本文只给出实验结果,具体的分析工作有待于以后进行。

作者感谢陈良惠同志的有益讨论。

图4 不同波长下的 $L-I$ 特性

(a) 12914 Å (b) 12902 Å (c) 12880 Å (d) 12860 Å (e) 12840 Å (f) 12820 Å

参 考 文 献

- [1] G.J. Lasher, *Solid-State Electron.*, **7**, 707 (1964).
- [2] H. Kawaguchi, *Electron-lett.*, **17**, 741(1981).
- [3] H. Kawaguchi, *Appl. phys. lett.*, **41**, 702(1982).
- [4] Ch. Harder, K.Y. Lau and A. Yariv, *Appl. Phys. Lett.*, **40**, 124(1982).
- [5] 李建蒙, 彭怀德, 王启明, *半导体学报*, **8**, 222(1987).
- [6] 王启明, 吴荣汉, 李建蒙, 吴 洪, *半导体学报*, **9**, 109(1988).

Polarization and Longitudinal Mode Characteristics of InGaAsP/InP CCTS Bistable Laser

Li Jianmeng and Wang Qiming

(Institute of Semiconductors, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

This paper gives the polarization and longitudinal mode characteristics of a InGaAsP/InP CCTS bistable laser. It is concluded that the saturable absorber plays major role in selecting the cavity mode operation in bistable laser. Its major effect is on the mode discrimination and mode group operation, i.e., TE or TM.

Key words Semiconductor laser, Bistable, Polarization, Mode discrimination