

研究快报

# 混合抛物面反射二维面发射可见光 半导体激光器

张晓波 杜国同 高鼎三

(吉林大学电子科学系, 长春)

1989 年 7 月 21 日收到

研制成功一种新型混合式面发射半导体激光器。它由水平端发射列阵激光器和蒸金 GaAs 反射抛物面构成。已实现的二维六单元面列阵激光器室温脉冲峰值功率达 230mW。

主题词 面发射激光二极管, 面列阵光源, 半导体激光器, 可见光激光二极管

## 一、引言

面发射半导体激光器可实现二维面阵列光源, 因而可提高光输出功率, 在光盘、光学并行处理多通道光通信等方面有着重要应用。以谐振腔的形式可将面发射激光器分成两类, 其一是竖直谐振腔<sup>[1]</sup>, 其二是水平谐振腔。前者的优点主要是可获得低阈值及稳定的单纵模工作, 但它的制做工艺比较复杂、要求精度高。水平谐振腔面发射激光器具体可分为分布布拉格反射式或分布反馈式<sup>[2,3]</sup>, 利用 45° 角斜面反射式<sup>[4]</sup>, 以及采用弯曲双异质结谐振腔式<sup>[5]</sup>。以上列举的分布布拉格或分布反馈式可获得非常窄的远场光束, 但光在经过反射光栅的过程中会有很大的损失, 而且二极光栅的制做也是极为复杂的。以往的单片反射式, 由于腐蚀出的反射面和腔面质量通常不是很高, 导致光损耗和光场发散。弯曲谐振腔很难实现竖直光发射。基于上述几种面发射激光器的特点, 最近有人提出并制作出一种混合式二维阵列面发射半导体激光器<sup>[6]</sup>, 由于这种结构的面发射激光器的激光谐振腔和 45° 角反射镜面是在不同的材料上形成的。因而可方便地得到高质量的反射镜面。还可以利用一维锁相列阵的激光管芯获得窄光束和大功率输出的器件。文献[6]中的面发射激光器是由 Si 材料作为反射面的, 由于 Si 不存在解理面, 所以为获得 45° 角反射面所需要的刻蚀方向〈311〉的精确定向给工作带来一定的难度。本文报道一种采用 GaAs 作为反射面的新型二维面发射半导体激光器, 在 GaAs 晶片上获取抛物反射面是非常容易的。已取得的实验结果表明这种新型面阵列激光器是有进一步开发和研究价值的。

## 二、实验研究

所讨论的面发射激光器的形成过程为, 首先将减薄好的 GaAs 片焊到 Cu 热沉上, 然

后利用光刻技术在其上形成宽 $400\mu\text{m}$ , 中心间距为 $300\mu\text{m}$ 的光刻条, 再利用 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 系统腐蚀液刻蚀深约 $70\mu\text{m}$ 左右的槽, 槽的侧面为腐蚀抛物面, 在槽上蒸发 $\text{Au-Zn}$ 后, 将激光管芯焊到腐蚀槽内。腐蚀槽的剖面照片见图1。面列阵激光器的结构示意图如图2。

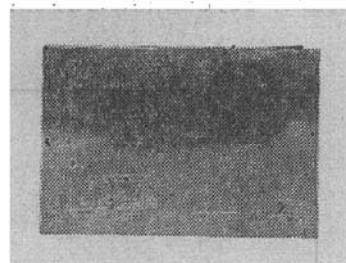


图1 GaAs晶片上腐蚀槽的剖面照片

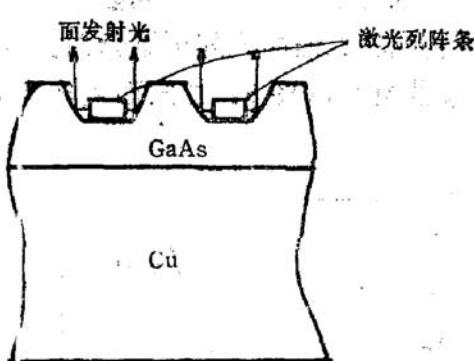


图2 面发射列阵激光器结构示意图

我们所使用的管芯为阶梯衬底内条形可见光非锁相列阵<sup>[7]</sup>, 在一条激光芯片上有几个发光区, 每个发光区相距在 $200\mu\text{m}$ 左右。这种结构的激光器具有阈值低、光功率线性好等优点, 激射波长为 $7500-7900\text{\AA}$ 。

### 三、实验结果

#### (1) 反射率

我们利用如图3中插图所示的组装方式, 获得了GaAs腐蚀抛物面及其蒸Au面的反射率结果, 见图3(a)和图3(b)中的曲线。斜面的反射率可由E线和S线在同一电流下的光功率比值得到。由图3(a)和图3(b)的曲线可知GaAs腐蚀面的反射率在蒸Au和未蒸两种情况下的反射率分别为80%和40%。由这两个数据可见蒸Au和没蒸Au的

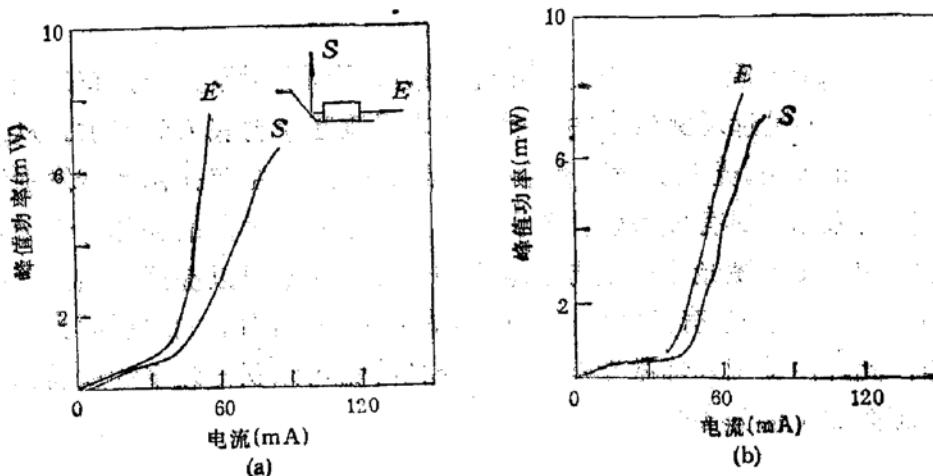


图3 可见光激光器端面出射和面反射的光输出特性曲线, (a) 为反射面未蒸 Au 的情况, (b) 为反射面蒸 Au 的结果。E 线是端面输出  $P-I$  曲线, S 线为反射  $P-I$  曲线

**GaAs** 腐蚀面的反射率相差较大，这说明现在这种激光芯片和反射面分别形成与单片腐蚀腔面发射相比具有很大的优越性，反射率可通过蒸 Au 大大提高。此外，这两组数值都比较低，其中一个很重要的原因是反射光有一部分被损耗掉。这个问题留在后面讨论。

### (2) 二维面发射半导体激光器

已研制成功二维面列阵可见光面发射激光器，并对它们的光输出特性和远场进行了测量，结果见图 4 和图 5。二维面列阵是由两条各含三个发光区的激光列阵条组成。

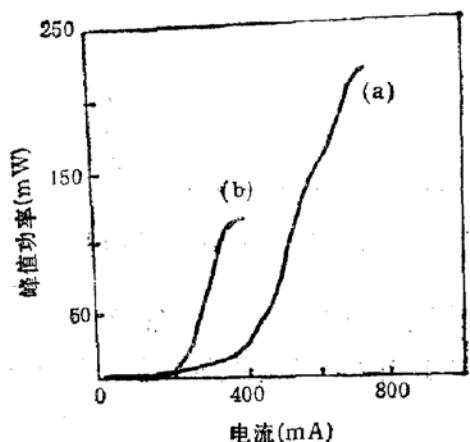


图 4 面发射激光器的光输出特性曲线  
(a) 为二维六单元列阵器件的结果。  
(b) 为(a)中列阵中的一条光输出特性

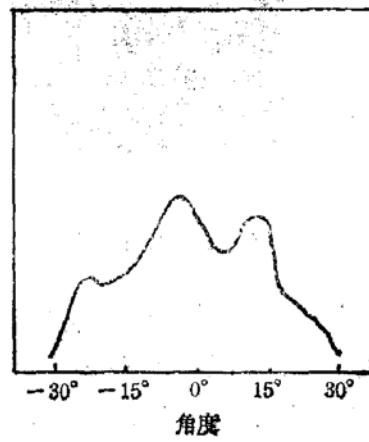


图 5 二维面发射六单元激光器远场分布

由图 4 中的  $P-I$  曲线的良好线性可看出端发射列阵激光器具有很好的均匀性，即每个发射区具有相同的激射特性。在图 5 中，光强最大位置在  $0^\circ$  角位置，就是在垂直于衬底表面的方向。另外，光强分布有一个较大的方向范围，这一点主要是来自于发光区不是处在反射面的焦点上，因此也使得反射光产生了一些损失。

## 四、结 果 讨 论

我们已经研制成功室温脉冲工作的可见光二维阵列面发射激光器，它的最大峰值输出功率为  $230\text{mW}$ 。通过远场测量表明反射光基本沿垂直于衬底方向出射。从所得到的比较低的反射率结果来看，光在反射过程中有一部分被损耗，主要是由于端发射区接近反射面的底部，因为激光束具有发散性，所以端出射光中向下发散的那部分光就会被散射掉。这种新结构的面发射激光器可以方便地增加光发射区数目以提高光输出功率。如果适当增加腐蚀槽深，以减少从有源区到热沉的散热距离，该结构的面发射激光器可实现室温下连续工作。此外用锁相列阵激光器代替一般列阵条可以获得较窄的远场光强分布。

倪坚强同志参加了部分实验工作。

### 参 考 文 献

- [1] K. Iga, et al., *IEEE J. Quant. Electron.*, **QE-24**, 845 (1988).
- [2] N.W. Carlson, et al., *Appl. phys. Lett.*, **50** (19), 301(1987).
- [3] J.M. Hammer, et al., *Appl. phys. Lett.*, **50** (11), 659(1987).
- [4] Z.L. Liau, et al., *Appl. phys. Lett.*, **46**(2), 115 (1985).
- [5] M. Ogura, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **50**(12), 707(1987).
- [6] J.P. Donnelly, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **53**(11), 538 (1988).
- [7] 杜国同,张晓波等,半导体学报,**11**, No4 (1990).

## Hybrid Parabolic Reflector Two Dimensional Surface Emitting Visible Semiconductor Laser

ZHANG Xiaobo, DU Guotong and GAO Dingsan

(Department of Electronics Science, Jilin University, Changchun, 130021)

### Abstract

A new type of surface emitting semiconductor laser diodes is fabricated. It consists of end emitting laser arrays and Au coated GaAs tilt reflector. A six element two dimensional laser array fabricated by the authors emits a peak power of 230mw under pulse condition.

**Key words** Surface emitting, two dimension semiconductor laser, visible



(a) 单注入



(b) 双注入

图 3 TEM 照片