

组合式二维列阵面发射半导体激光器

张晓波 高鼎三
(吉林大学电子科学系, 长春 130023)

提要: 设计出新型二维列阵面发射激光器, 获得了室温准连续大于 250mW 的光功率输出。

关键词: 二维列阵, 半导体面发射激光器, 反射

Hybrid two-dimensional surface emitting semiconductor laser arrays

Zhang Xiaobo, Gao Dingsan
(Department of Electronics Science, Jilin University, Changchun)

Abstract: A novel two-dimensional surface emitting semiconductor laser arrays in quasi-continuous wave operating over 250mW at room temperature has been developed.

Key words: two-dimensional arrays, surface emitting semiconductor laser, reflection

一、引言

组合式二维面发射半导体激光器是通过将端发射半导体激光反射成与衬底垂直方向出射而形成的, 可方便地利用增加激光管芯数目提高光输出功率。用 Si 材料作为周期反射面制做的器件已见报道^[1]。我们也进行过实验研究, 但发现制做 Si 材料反射体有一定困难, 需确定出一特殊晶向且需要氧化膜保护进行腐蚀。采用 GaAs 代替 Si 作为周期反射体, 利用晶体解理面定向方便, 且腐蚀时只需常规光刻胶掩蔽。我们用 GaAs 作为反射体已成功制做出室温脉冲工作的二维面发射器件^[2]。由于管芯与热沉之间有一层 GaAs, 它阻止管芯中的热量向外散射, 因此这种器件难于获得适合于泵浦固体激光器要求的准连续激光输出。同样, 文献[1]中管芯与热沉之间的一层 Si 阻碍散热, 该器件也只能在窄脉冲下工作。在平行于列阵条方向由于采用锁相列阵使激光远场光强分布变窄, 同时设计出对管芯散热无阻碍的反射器使组合式二维面发射激光器的特性有了较大改善。

二、器件的设计与制作

反射器的设计改进主要在于梳状反射器不仅对端发射光有效反射成近垂直于衬底方向出射, 而且不影响管芯到热沉的散热, 如图 1 所示。反射器是通过在 GaAs 晶片上光刻成图 1(a)

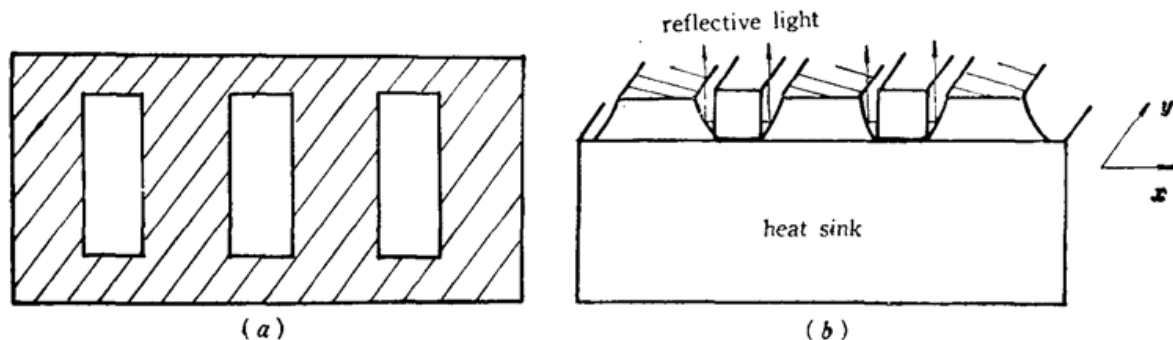


Fig. 1 Two dimensional surface emitting laser array and its reflector structure
 (a) top view of the reflector, where, the rectangular region is etched as double reflecting surface;
 (b) cross sectional view of the device

所示形状后,利用湿法化学腐蚀透暴露部分形成的。将反射器双面蒸金与管芯一起烧结在铜热沉上,如图1(b),管芯与热沉直接相连,反射面近抛物型。正、反面蒸Au分别为提高反射率及焊接牢固起见。腐蚀槽宽为 $400\mu\text{m}$,两槽中心间距 $600\mu\text{m}$,如此集成度可为30个腔长 $250\sim 300\mu\text{m}$ 的列阵条/cm,在条长方向没有限制。

三、器件的输出特性

研制这种新型面发射激光器的目的是要获取大功率光输出。图2给出了两只二维列阵的

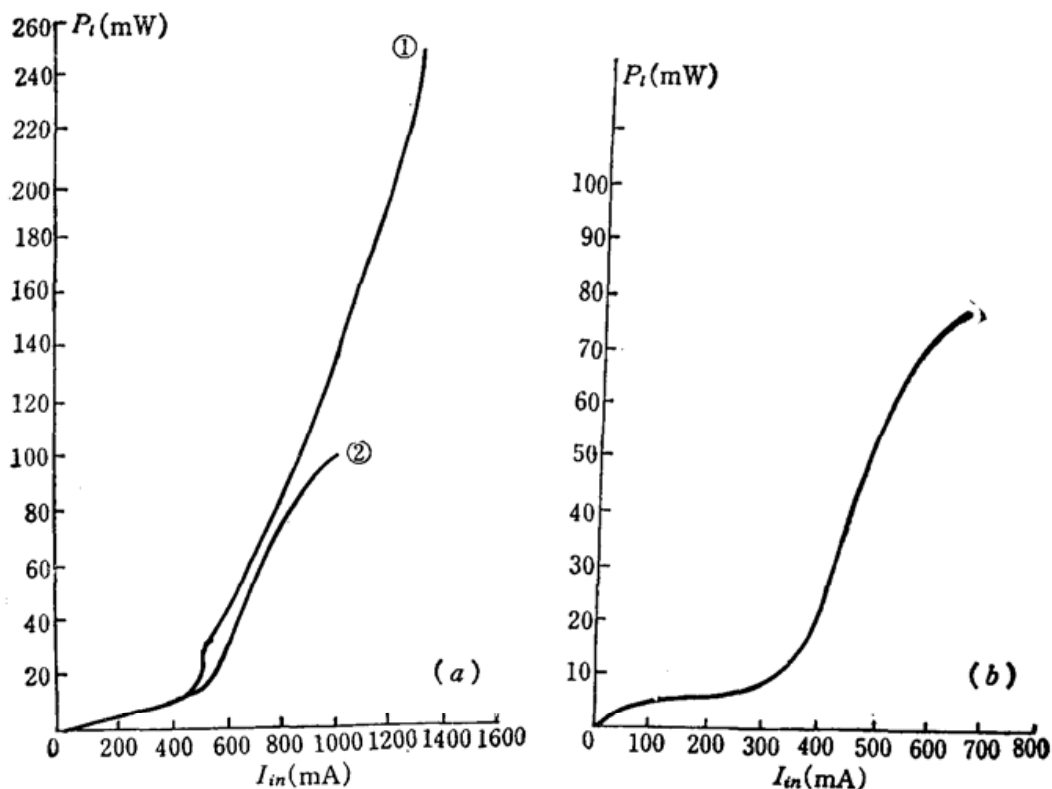


Fig. 2 Output characteristics of the two dimensional array
 (a) a device with three bars of 18 lasing regions, line ① for $300\mu\text{s}$ pulse width and $1000\mu\text{s}$ period, line ② curve for the CW operation; (b) a device with two bars of 12 lasing region with CW injection

光输出-注入电流关系曲线。(a)图中曲线的非线性是因为各发射区具有不同激光阈值造成的,为获得线性光功率输出特性同时也为提高器件的可靠性,需要选择条件相同的管芯。因为不均匀的列阵条组装一起时,一些管芯受激时,另外一些管芯的工作电流可达到几倍阈值以上使器件的寿命受到影响。经过严格挑选管芯可得到良好线性光输出特性曲线,如图2(b)所示。对器件如图1(b)所示的 x 、 y 两方向的近场和远场进行了测量,发现器件反射体的均匀性较好,垂直于列阵条方向的远场分布多数为双峰,主要原因是相对反射面反光的方向略有差异。在列阵条方向,由于反射面平整度所限远场角分布比锁相列阵端出射光展宽一些。对光的反射率也进行了理论分析和实验测量。所得结论是:有源区到外延表面距离大如倒装和管芯总厚度小有利于提高光反射率。合理选择管芯腔长及相对双反射面之间距离可以获得最大光反射率。例如,取垂直发散角 θ_{\perp} 为 30° ,管芯厚度为 $80\mu\text{m}$,发光区到外延表面距离为 $3\mu\text{m}$,管芯端面到反射面距离为 $15\mu\text{m}$ 时反射率取最大值为85%。

总之设计并制作的组合式面发射二维列阵可以提高光输出功率,同时取双端面出射光提高了光的利用率。从原理上讲这种方式构成的器件功率大小与所组合的列阵条数成正比,因此是一种可获得比单个器件更高输出功率的有效途径。采用组合方式构成二维面列阵可充分利用一维锁相列阵的先进成果,具有制做简单的优点。当要求具有较大光输出功率而对光发散性要求不高时,这种器件具有广阔应用前景。我们目前获得的结果是初步的,还没有优化工艺,组装的管芯数目较少,因此所获得的光输出功率并不高。此外,还没有进行寿命考核。进一步的研究工作还在进行中。

感谢赵方海同志为实验提供一维锁相列阵管芯,张淑芝同志帮助组装器件。

参 考 文 献

- 1 J. P. Donnelly *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **53**(11), 938(1988)
- 2 张晓波,杜国同 *et al.*, *半导体学报*, **1**(2), 158(1990)