

研究快报

# 半导体激光器列阵与光纤的连接

刘育梅 王立军<sup>a)</sup> 刘 云 武胜利 付德惠 宁永强

(中国科学院长春物理研究所, 长春 130021)

<sup>a)</sup>(中国科学院激发态物理开放研究实验室, 长春 130021)

刘洪举

(长春邮电学院, 长春 130012)

关键词 半导体激光器, 光纤, 列阵, 连接

半导体激光器具有体积小、重量轻、效率高、寿命长、使用方便等许多优点, 在泵浦固体激光器、材料加工、空间光通信、高速记录、激光诊断、激光治疗等方面有广泛的应用<sup>[1, 2]</sup>, 同时也推动了半导体激光器列阵的研究. 人们期望激光器列阵不仅具有大的功率输出, 而且应用更加简单方便.

半导体激光器的发散角比较大, 如何从激光器列阵中取出具有相当功率, 并且激光光束具有可接受的小尺寸焦斑和发散角, 是扩大半导体激光器列阵应用范围的重要手段. 以前人们采用柱透镜聚光、微棱镜线阵聚光等方法<sup>[3]</sup>, 使光纤与激光器列阵对接, 复杂的光学系统, 对激光器、微透镜和光纤三者之间的相对位置进行三维的精确性极高的调整, 调节不便, 固定困难. 这里给出了激光器列阵与光纤连接的一种新的简单可行的方法, 并且耦合效率不随时间发生变化, 具有很好的机械稳定性, 其结构见图1.

我们采用 LP-MOCVD 技术, 在 Si 掺杂(100) 衬底上生长 InGaAsP/InGaP/GaAs 单量子阱激光器列阵, 每个激光器条宽 $100\mu\text{m}$ , 间距 $200\mu\text{m}$ . 把激光器列阵 P 面向下放在通有冷却水的微通道热沉上, 可以把激光器的热阻降低至 $0.23 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$ .<sup>[4]</sup>

一束光能够有效地耦合进光纤的条件是该束光的直径小于或者等于光纤的芯径, 并且光束的会聚角在光纤的数值孔径以下. 激光器与多模光纤的耦合效率  $\eta$  为

$$\eta = \frac{P_{in}}{P_0} = \frac{\text{erf}\left(\frac{2}{\lambda} \pi \omega_{0y} t g \theta\right)}{\text{erf}(\quad)}$$

式中  $P_0$  为光源的总功率,  $P_{in}$  为耦合进入光纤的功率,  $\theta$  为光纤接收角,  $\omega_{0y}$  为激光光束的近场束腰宽度,  $\text{erf}(A) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^A \exp(-t^2) dt$  为误差函数

对于条宽 $100\mu\text{m}$  的激光器列阵, 我们采用多模光纤的芯径为 $110\mu\text{m}$ , 外径为 $125\mu\text{m}$ , 数值孔径为0.37. 在光纤端面经过烧熔拉锥处理, 形成一个圆锥形透镜, 这样的透镜起到使光纤数值孔径比平端面光纤增加  $a_n/a_0$  倍的作用. ( $a_n$  为光纤本身的半径,  $a_0$  为光纤

\* 国家自然科学基金, 中国科学院院长基金资助课题

1998年4月7日收到

前端的半径。)从而达到提高光纤聚光能力的目的,耦合效率可以提高到80%以上。

采用常规的光刻技术在Si片上腐蚀出V型槽,硅晶体的(100), (110), (111)三个晶面对同一种腐蚀液的腐蚀速度是不同的, KOH+ 异丙醇+ H<sub>2</sub>O 沿 100 晶向的腐蚀速度远远大于 111 晶向. 在(100)面Si片上,以 100 晶向为基准,用 SiO<sub>2</sub>做掩膜,在 80 的 KOH+ 异丙醇+ H<sub>2</sub>O 溶液中腐蚀出 V 型槽, V 型槽的两个侧面都是(111)面. (111)面与(100)面的夹角为 54.74°. 使光纤芯径中心在 Si 片表面,如图2所示,则 V 型槽的宽度  $L$  由下式给出:

$$L = \frac{2R}{\cos 54.74} \operatorname{tg} 54.74^\circ = \frac{2R}{\sin 54.74^\circ}$$

其中  $R$  为光纤半径,对于芯径为  $110\mu\text{m}$  的光纤,槽宽为  $135\mu\text{m}$ ,槽间距  $165\mu\text{m}$ .

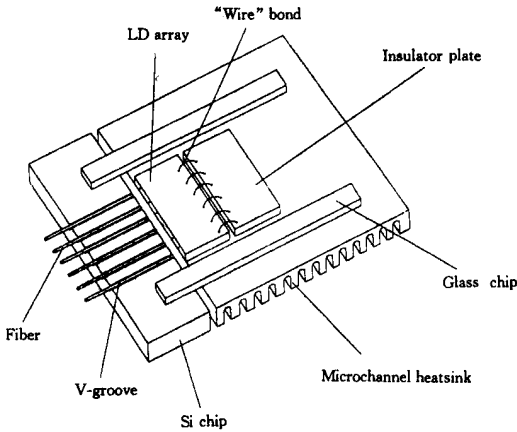


图1 激光器阵列与光纤的连接结构

Fig.1 Coupled structure of laser diode array and fiber.

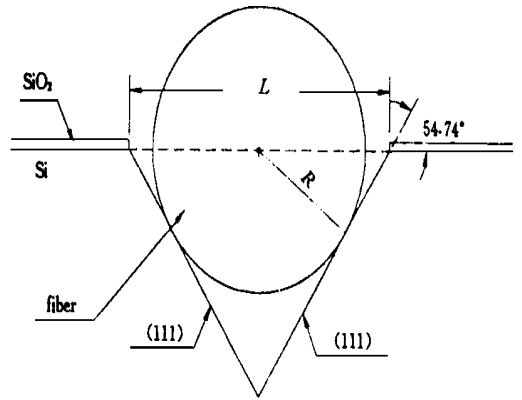


图2 硅V型槽和光纤的几何尺寸

Fig.2 Geometrical dimensions of Si V-groove and fiber.

本方法的关键技术在于光刻Si片和制作激光器的光刻图形在同一块光刻版上,并且保证V型槽间距与单个激光器中心距相等. 在制作V型槽时,保证带有V型槽的Si片表面与微通道热沉表面在同一水平面上. 安装时,在微调架上沿平面方向移动Si片,使Si片尽可能地接近激光器阵列发射端面,通过光纤末端的光接收器,找到耦合效率极大值的位置,用两条玻璃片把Si片与热沉的相对位置固定. 由于制版时已经保证了V型槽中心距与激光器中心间距严格相等. 这样,当其中一对光纤与激光器达到最大耦合效率时,其他相应的光纤与激光器也达到最大耦合效率.

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Zhou B, Kane T J, Dixon G J *et al*, Opt. Lett., 1985, 10: 62.
- [ 2 ] Maker G T, Ferguson A I. Electron Lett., 1989, 25: 1025
- [ 3 ] James R, Leger *et al.*, IEEE J. Q. E., 1992, 28(4): 1088.
- [ 4 ] 庄婉如. 中国激光, 1994, 21(5): 341.

# THE CONNECTION OF SEMICONDUCTOR LASER DIODE ARRAY AND FIBER

Liu Yumei Wang Lijun<sup>a)</sup> Liu Yun Wu Shengli Fu Dehui Ning Yongqiang  
(Changchun Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

<sup>a)</sup> (Laboratory of Excited State Processes, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

Liu Hongju

(Changchun Institute of Posts and Telecommunications, Changchun 130021)

## Abstract

A new design consideration of the connection of semiconductor laser diode array and fiber array was reported. It can adjust and fix many laser diodes and fibers at the same time.

**Key words** semiconductor laser, fiber, array, connection