

文章编号: 1000-7032(2012)12-1335-07

# 高亮度半导体激光阵列光纤耦合模块

王鹏程<sup>1,2</sup>, 邓永丽<sup>3</sup>, 张立平<sup>1</sup>, 郝明明<sup>1,2</sup>, 朱洪波<sup>1,2</sup>, 王立军<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033;

2. 中国科学院大学, 北京 100039; 3. 广州中国科学院工业技术研究院, 广东 广州 511458)

**摘要:** 利用2只915 nm 半导体激光短列阵作为子模块,设计并研制出连续输出的高亮度光纤耦合模块。首先对每个半导体激光短列阵进行光束整形,从而提高它的光束质量;然后采用空间复用技术将这两个半导体激光短列阵出射的激光在光参数积小的方向上叠加,并利用偏振复用技术进一步提高光束质量;最后利用单片非球面透镜将激光聚焦到芯径为100  $\mu\text{m}$ 、数值孔径为0.22的光纤中。测量结果显示:在工作电流为52.5 A时,聚焦镜焦平面的光斑尺寸为105.4  $\mu\text{m}$ ;耦合后测量光纤出光功率可达72.6 W,对应亮度为6.08  $\text{MW}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$ ,模块的电光转换效率为42.2%。最后测量了模块在不同驱动电流时的光谱,证明该模块的散热性能良好。

**关键词:** 高亮度; 半导体激光短列阵; 光纤耦合; 非球面聚焦镜; 高效率

中图分类号: TN248.4 文献标识码: A DOI: 10.3788/fgxb20123312.1335

## High Brightness Fiber Coupled Diode Laser Module

WANG Peng-cheng<sup>1,2</sup>, DENG Yong-li<sup>3</sup>, ZHANG Li-ping<sup>1</sup>,

HAO Ming-ming<sup>1,2</sup>, ZHU Hong-bo<sup>1,2</sup>, WANG Li-jun<sup>1\*</sup>

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

3. Institute of Industry Technology, Guangzhou & Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 511458, China)

\* Corresponding Author, E-mail: wanglj@ciomp.ac.cn

**Abstract:** Two 915 nm diode laser short bars were used as sub-module to manufacture high brightness fiber coupled module with continuous wave (CW) output power. Firstly, beam shaping technology was employed for each sub-module to enhance its beam quality. Secondly, the two beams were stacked in direction of lower beam parameter product by means of spatial multiplexing technology. Finally, the laser was focusing into a multimode fiber with 200  $\mu\text{m}$  core diameter and  $NA=0.22$  by optimized lens by focusing lens. Experiment results show that the beam waist diameter at focal plane is 105.4  $\mu\text{m}$  when driving current is 52.5 A, the optical power output from fiber can reach to 72.6 W with a brightness of 6.08  $\text{MW}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$ , and the wallplug efficiency is 42.2% when driving current is 52.5 A. The character of heat dissipation was studied by means of measuring spectrum with different current, and the results prove that the module has favorable heat dissipation.

**Key words:** high brightness; diode laser short bars; fiber coupling; aspherical focusing lens; high efficiency

收稿日期: 2012-05-07; 修订日期: 2012-06-11

基金项目: 吉林省科技厅(10ZDGG001,20112106); 长吉图专项(2011CJT0003)资助项目

作者简介: 王鹏程(1983-), 男, 吉林公主岭人, 主要从事半导体激光器件的研究。

E-mail: cheng830502@163.com

# 1 引 言

大功率半导体激光器具有电光转换效率高、体积小、可靠性高和寿命长等优点,在工业加工、生物医疗、国家防御和泵浦固体激光器/光纤激光器等领域有着重要的应用价值<sup>[1-7]</sup>。目前,单阵列半导体激光器的出光功率最高可达 1 000 W 以上<sup>[8]</sup>,电光转换效率最高可达 70% 以上<sup>[9]</sup>。然而,半导体激光器特有的波导结构导致它的光束质量非常差,严重制约了它的应用范围。首先,半导体激光器的发散角很大,一般快轴方向(垂直于 pn 结)的发散角约为 70°(FWHM),慢轴方向(平行于 pn 结)的发散角在 10°(FWHM)左右;其次,半导体激光器的光束质量在快慢轴方向极不平衡,一般快轴方向接近衍射极限,而慢轴方向的光束质量极差,一般大于衍射极限的 1 000 倍<sup>[6,10]</sup>。这些缺点限制了半导体激光器在很多方面的应用,在光纤耦合技术成熟之前它主要做固体激光器的泵浦源,间接应用于工业加工和医疗等方面。

半导体激光的光纤传输具有重要意义。光纤耦合是实现激光柔性传输的重要手段,可以使输出功率得到相对于单个半导体激光器数十倍的提高<sup>[11]</sup>,利用光纤的均化作用还可将半导体激光转化为圆形均匀分布的光场。

目前市场对半导体激光的亮度要求越来越高。亮度和光功率成正比,和光参数积的平方成反比。高亮度的激光可以在较大瑞利长度条件下聚焦成高功率密度的光斑,提高材料加工的质量和泵浦光纤激光器的效率。目前亮度最高的光纤耦合模块是由美国 TeraDiode 公司利用光栅-外腔波长合束技术(Wavelength beam combining, SBC)研制的,它的光纤连续输出功率达到 2 030 W,光参数积为 3.75 mm · mrad,亮度可达 1 468 MW/(cm<sup>2</sup> · sr)<sup>[12]</sup>。其次是德国 Laserline 公司,他们利用光束整形、波分复用和偏振复用技术将 2 000 W 的半导体激光耦合到芯径 400 μm、数值孔径 0.1 的光纤中,模块的亮度为 50.7 MW/(cm<sup>2</sup> · sr)。以上半导体激光阵列光纤耦合模块均可以应用于金属材料的切割、焊接和打孔等领域,拓展了半导体激光的应用范围。国内一些研究单位也开展了半导体激光阵列光纤耦合的研究,例如北京工业大学利用光束整形、波分复用和偏振复用技术将半导体激光阵列出射的激光耦合到光纤,

出光亮度为 1.54 MW/(cm<sup>2</sup> · sr)<sup>[13]</sup>;长春理工大学也将半导体激光阵列出射的激光耦合到光纤,亮度也达到了 1.0 MW/(cm<sup>2</sup> · sr)<sup>[14]</sup>;还有其他的单位也在进行相关研究,但亮度均不足 1.0 MW/(cm<sup>2</sup> · sr)<sup>[4,10-11,15]</sup>。可以看出国内在半导体激光器光纤耦合技术方面远落后于国际研究水平,需要加大力度对它进行研究。

利用光栅-外腔合束技术可使半导体激光阵列的亮度超过固体激光器,但这不仅需要特殊的腔面膜镀制技术,还需要超高损伤阈值的光栅,技术上难于实现。半导体激光单管的光纤耦合也可以得到高亮度,但是相同出光功率情况下所需器件数目非常多,导致装调困难和成本增加。所以本文利用半导体激光短列阵(Diode laser short bars, DLSBs)作为子模块来研制高亮度光纤耦合模块,相比微通道冷却的激光阵列它具有可靠性高的特点。

## 2 光学设计

### 2.1 光学设计总体结构

图 1 是该光纤耦合模块的技术原理图,由 4 个步骤组成:光束整形(Beam shaping)、空间复用(Spatial multiplexing)、偏振复用(Polarization multiplexing)和激光聚焦(Focusing)。由于 DLSBs 出光的特点是大发散角,光参数积(Beam parameter product, BPP)在快慢轴方向上极不平衡,所以本文中的光束整形的主要目的就是提高阵列的光束质量。该步骤不仅要压缩激光的发散角,还要减小慢轴方向的光参数积;为增加光纤输出总功率,采用空间复用(Spatial multiplexing)技术将 2 个光束整形后的 DLSBs 在 BPP 小的方向上叠加起来;采用特殊的偏振复用技术来进一步提高慢轴方向光束质量为空间合束后的 2 倍;最后将激光聚焦到多模光纤中。

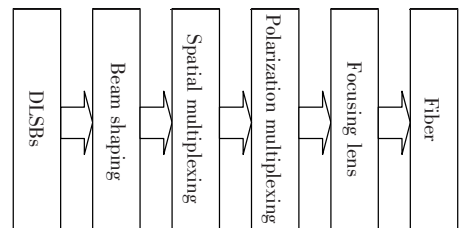


图 1 半导体激光器光纤耦合技术原理图

Fig. 1 Technical block diagram of the fiber coupled diode laser module

### 2.2 半导体激光短阵列的结构特点及工作特性

本文所采用的 DLSBs 主要参数如表 1 所示, 它是由 10 个发光单元组成的, 每个发光单元宽度为 90 μm, 周期为 500 μm。器件的腔长为 3.6 mm, 散热面积较大, 从而提高了出光功率并减小慢轴方向的发散角 θ<sub>∥</sub> 至 7.6° (95% 光功率)。芯片的有源区厚度为 1 μm, 快轴方向的发散角为 52° (95% 光功率)。

光参数积 Q 是评价激光光束质量的主要技术指标, 根据 ISO 标准<sup>[16]</sup>, 它的定义为束腰直径 ω 的一半与远场发散角 θ 一半的乘积, 如公式(1)所示:

$$Q = \frac{1}{2} \omega \times \frac{1}{2} \theta. \quad (1)$$

所以根据表 1 和公式 1 可以分别计算出 DLSBs 在快轴方向和慢轴方向的光参数积 Q<sub>FA</sub> 和 Q<sub>SA</sub> 的大小:

$$\begin{aligned} Q_{FA} &= 0.23 \text{ mm} \cdot \text{mrad} \\ Q_{SA} &= 165 \text{ mm} \cdot \text{mrad} \end{aligned} \quad (2)$$

表 1 DLSBs 的主要参数

Table 1 Typical values of DLSBs

Parameter	Values
Bar width/mm	5.0
Number of emitters	10
Cavity length/mm	3.6
Emitter spacing/μm	500
Emission width/μm	90
Fill factor	18%
θ <sub>∥</sub>	7.6°
θ <sub>⊥</sub>	52°

### 2.3 光束整形

从式(2)可以看出 DLSBs 在快轴方向光束质量很好, 达到了衍射极限; 但是慢轴方向的光束质量很差。所以必须减小慢轴方向的光参数积才能将激光耦合到光纤。如图 2 所示, 本文采用 LIMO 公司生产的光束转换器 (Beam transform system, BTS) 和自己设计的慢轴准直镜 (SAC) 进行光束整形。BTS 由快轴准直镜 (Fast axis collimator, FAC) 和 45° 倾斜柱透镜阵列组成, 快轴准直镜的外形为平面-非球柱面, 它的作用是压缩快轴方向的发散角。根据该公司产品手册可知, 压缩后激光器快轴方向的发散角 θ<sub>FA</sub> = 8 mrad。45° 倾斜柱透镜阵列的作用是将 DLSBs 每个发光单元的光束旋转 90°。

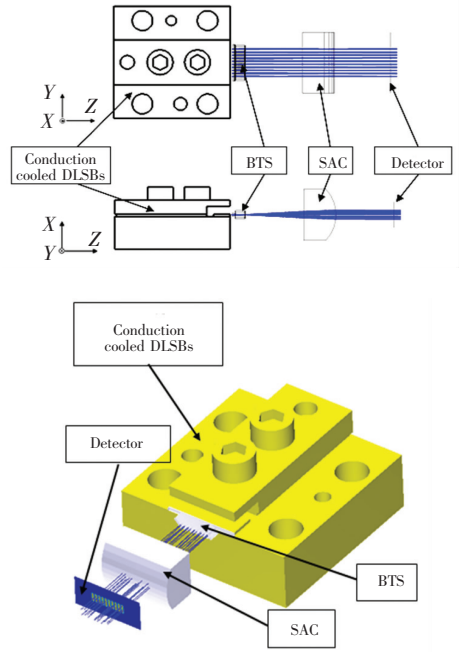


图 2 光束整形的光学原理图

Fig. 2 Optical setup of beam shaping

采用普通柱面镜就可以很好地压缩慢轴方向的发散角, 其焦距 f'<sub>SA</sub> 由式(3)确定:

$$f'_{SA} = \frac{\omega_{SA}}{2 \tan(\theta'_{SA}/2)}, \quad (3)$$

式中 ω<sub>SA</sub> = 90 μm 为发光单元宽度, θ'<sub>SA</sub> 为准直后的慢轴发散角。为了使聚焦后的光斑对称, 需要使准直后的慢轴发散角和准直后的快轴发散角 θ'<sub>FA</sub> 相同。最后计算得 f'<sub>SA</sub> = 11.25 mm。准直后慢轴方向的光斑尺寸 ω'<sub>SA</sub> 由式(4)决定:

$$\omega'_{SA} = 2f'_{SA} \tan(\theta_{SA}/2) = 1.49 \text{ mm}. \quad (4)$$

容易计算出光束整形后两个方向的光参数积为:

$$\begin{aligned} Q_Y &= \frac{\omega_Y}{2} \times \frac{\theta'_{FA}}{2} = 10 \text{ mm} \cdot \text{mrad} \\ Q_X &= \frac{\omega'_{SA}}{2} \times \frac{\theta'_{SA}}{2} = 2.98 \text{ mm} \cdot \text{mrad} \end{aligned} \quad (5)$$

### 2.4 空间复用

从式(5)可以看出单个 DLSBs 在 X 轴方向的光参数积较小, 为了增加激光功率, 可以在该方向把光束叠加起来使光参数积在两个方向上更加接近, 该过程称为空间复用。图 3 为空间复用技术的示意图, 空间复用的关键在于各光束的传播方向相同。DLSBs 在 X 方向的间隔需要大于公式(4)的结果, 但间隔太大会使光束质量变坏, 本文将间隔设置为 1.5 mm, 此时 X 方向的光束质量为:

$$Q'_X = \omega_X \times \theta'_{SA} = 6.0 \text{ mm} \cdot \text{mrad} . \quad (6)$$

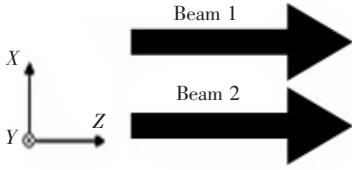


图 3 空间复用示意图

Fig. 3 Framework of spatial multiplexing

### 2.5 偏振复用技术

半导体激光的偏振度很高,一般在 95% ~ 98% 范围内。偏振方向是由半导体激光器有源区中的量子阱的应变决定的,压应变量子阱的有源区产生 TE 模的线偏振光,而张应变量子阱则产生 TM 模的线偏振光。本文采用的 DLSBs 是压应变量子阱结构,它出射的是 TE 模的线偏振光。利用图 4 所示的偏振合束器就可以进行偏振复用,结果使 Y 轴方向的光斑尺寸  $\omega'_Y = \omega_Y/2$ 。

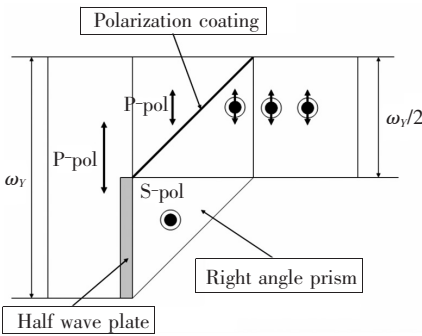


图 4 偏振合束器结构原理图

Fig. 4 Structure diagram of polarization beam combiner

从图 4 可以看出,偏振合束器由半波片、直角棱镜和偏振分光棱镜(PBS)组成。激光束为 p 偏振,通过该光学元件时被均分为两等份,其中一部分光通过半波片后偏振方向旋转了 90°,转化为 s 偏振光,该光束被直角棱镜反射到 PBS。PBS 的端面镀增透膜,斜面则镀制了偏振分光膜,该光学薄膜的特点是在 45° 入射的条件下,p 偏振光高透而 s 偏振光高反,一般情况下 p 偏振光透过率 > 95%,而 s 偏振光反射率 > 99%。最终使得 Y 方向激光的光参数积为:

$$Q'_Y = \frac{Q_Y}{2} = 5.0 \text{ mm} \cdot \text{mrad} . \quad (7)$$

### 2.6 聚焦镜

如图 5(a) 所示,偏振合束后的光束形状为矩形,沿对角线方向的光斑尺寸为  $\omega_0$ ,它由下式

决定:

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_X^2 + \omega_Y'^2}, \quad (8)$$

其中  $\omega_X = 3.0 \text{ mm}$ ,  $\omega_Y' = 2.5 \text{ mm}$ ,分别为图 5(a) 所示的光斑在 X 轴和 Z 轴方向上的边长,得出  $\omega_0 = 3.9 \text{ mm}$ 。

如图 5(b) 所示,总的发散角可以用式(9)来计算:

$$\theta_0 = \sqrt{\theta_{FA}'^2 + \theta_{SA}'^2}, \quad (9)$$

其中  $\theta_{FA}' = \theta_{SA}' = 8 \text{ mrad}$ ,得出  $\theta_0 = 113 \text{ mrad}$ 。

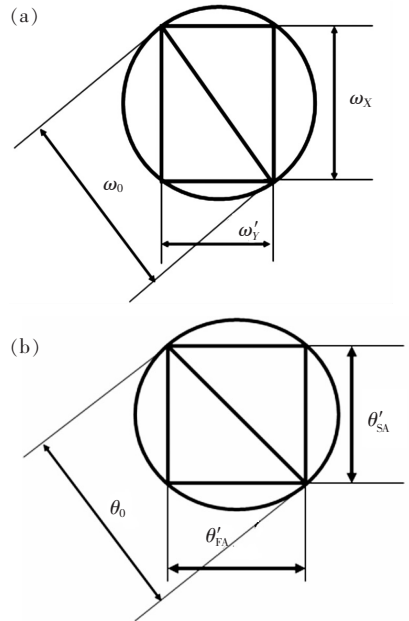


图 5 总光学参数的计算。(a) 对角线处光斑尺寸的计算;(b) 总发散角的计算。

Fig. 5 Calculations of overall optical parameters. (a) Calculation of overall beam size. (b) Calculation of overall divergence angle.

聚焦镜的口径  $D$  和焦距  $f$  应该满足式(10)和式(11):

$$D > \omega_0, \quad (10)$$

$$\frac{\omega_0}{2NA} \leq f' \leq \frac{D_{\text{fiber}}}{2 \tan(\theta_0/2)}, \quad (11)$$

其中  $NA$  为光纤的数值孔径,  $D_{\text{fiber}}$  为光纤的芯径。式(10)表明聚焦镜的通光口径应大于合束光对角线处的光斑尺寸;式(11)则表明聚焦镜的焦距不仅应使聚焦后的光束发散角小于光纤对应数值孔径,还应使聚焦后的光斑尺寸小于光纤芯径。本文采用的光纤芯径为  $100 \mu\text{m}$ ,数值孔径为 0.22,计算得出  $f' = 8.8 \text{ mm}$  时满足条件。聚焦镜可以采用透镜组或非球面透镜,为了便于装调,在此采



用了单片非球面透镜,它可以矫正球差。采用光学元件公司提供的现货不仅节约成本还加快了实验进度,但缺点是不易找到参数完全匹配的元件。在此选用 Thorlabs 公司型号为 352240-B 的非球面透镜,它的焦距为 8 mm,稍小于计算值;数值孔径为 0.5,满足实验要求;通光面镀制了 650 ~ 1 050 nm 的增透膜。

图 6 是根据上述设计利用 Zemax 绘制的总体光学结构图。在该图中 DLSB-2 在 X 轴方向的位置高于 DLSB-1,从而达到了空间合束的目的。

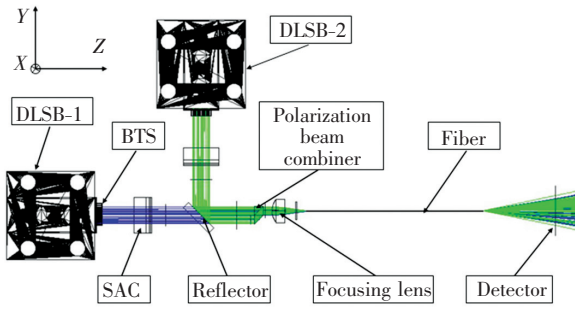


图 6 光纤耦合模块的光路图

Fig. 6 Optical setup of the fiber coupled diode laser module

利用图 6 所示的光路图进行光线追迹,对光纤端面光场分布图进行分析,得到图 7。从图 7 可以看出它的光斑尺寸为  $56 \mu\text{m} \times 61 \mu\text{m}$  (95% 光功率),所以对角线光斑尺寸为  $82.8 \mu\text{m}$ ;还可以读出图 6 中探测器上的激光功率,从而可计算出光纤耦合效率理论上为 97.7%。

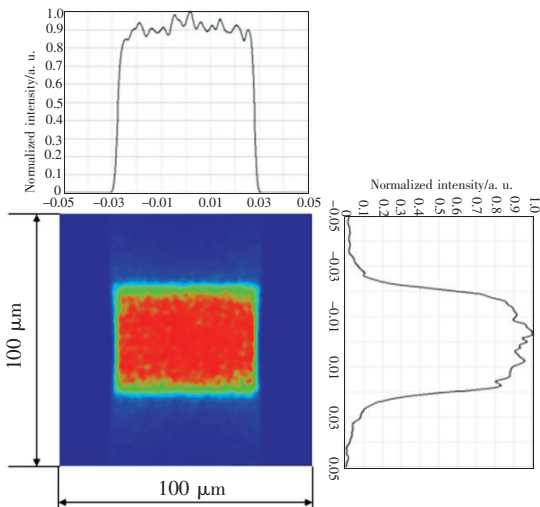


图 7 光纤入射端的光场分布模拟

Fig. 7 Simulation of intensity distribution at fiber input end

### 3 实 验

#### 3.1 系统组装及光斑尺寸测量

根据图 6 所设计的光学原理图并利用六维精密位移台调节和安装各光学元件,然后利用德国 PRIMES 公司生产的 Focus Monitor 来测量聚焦后光束的参数,得到图 8 所示的结果。从软件上可读出聚焦透镜焦平面上光斑尺寸为  $101 \mu\text{m}$  (95% 光功率),该值大于图 7 所分析的结果,这主要是由于各光学元件的装调误差导致的,其中 BTS 的影响最大。

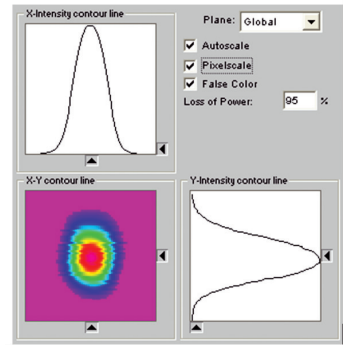


图 8 光纤入射端的光强分布测量结果

Fig. 8 Experimental measurement of optical intensity distribution at fiber input end

#### 3.2 光纤耦合

由于聚焦后激光功率密度高,所以采用了特殊的光纤,它有很好的可靠性和耐高温性。利用精密位移台调节光纤到激光束腰的位置,测出它的出光功率并把它和 DLSBs 直接出光相比较,得到图 9 所示的曲线图。经测量在驱动电流为 52.5 A 时,所有 DLSBs 直接出光的总功率可达 101.1 W,而光纤出光功率为 72.6 W,所以总的光纤耦合效率为 71.8%。考虑到使用的光纤端面没有镀增透膜,将会损失 8% 的光功率,所以若采用镀膜光

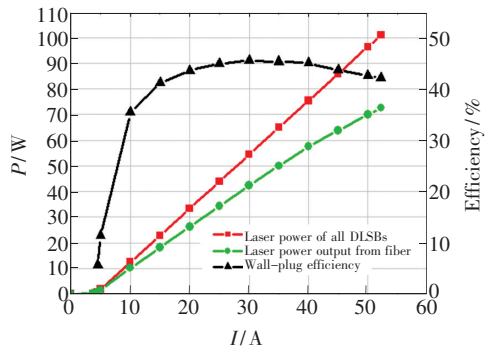


图 9 光纤耦合模块的激光功率输出特性

Fig. 9 Power output from the fiber coupled module

纤,耦合效率可增加至 78.1%。光纤出光电光转换效率在驱动电流为 52.5 A 时为 42.2%,在 30 A 时达到最大值 45.5%。

### 3.3 模块的散热分析

为了研究模块的散热特性,利用光谱仪测量

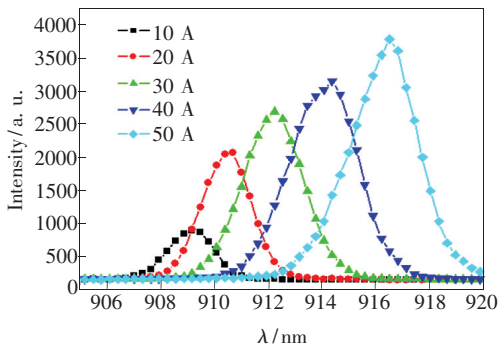


图 10 光纤耦合模块在不同驱动电流下的光谱特性

Fig. 10 Spectra of fiber coupled diode lasers at different driving current

了光纤输出的光谱,电流为 10 ~ 50 A,每隔 10 A 测量一次光谱,绘制成曲线图 10。可以看出模块在不同驱动电流下光谱宽度均 < 3.5 nm (FWHM),并且没有明显的光谱展宽,表明该光纤耦合模块的散热性能良好。

## 4 结 论

以 2 个 DLSBs 为子模块研制了高亮度的光纤耦合模块,利用光束整形、空间复用、偏振复用等技术提高了光束质量,利用单片非球面透镜将激光聚焦到芯径为 100  $\mu\text{m}$ 、数值孔径为 0.22 的光纤。最终得到的光纤耦合模块在工作电流为 52.5 A 时,聚焦镜焦平面的光斑尺寸为 105.4  $\mu\text{m}$ ,光纤出光功率可达 72.6 W,对应亮度为 6.08  $\text{MW}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$ ,电光转换效率为 42.2%,散热性能良好。

## 参 考 文 献:

- [1] Cao Y L, Wang L, Liao X S, *et al.* Reliability of high-power semiconductor laser diodes [J]. *Chin. J. Lumin.* (发光学报), 2003, 24(1):100-102 (in Chinese).
- [2] Liu Y, Liao X S, Qin L, *et al.* Oxygen-free copper microchannel heat sink of high power semiconductor laser [J]. *Chin. J. Lumin.* (发光学报), 2005, 26(1):109-114 (in Chinese).
- [3] Ding X C, Zhang P, Xiong L L, *et al.* Thermal reaction of high power semiconductor laser with voids in solder layer [J]. *Chin. J. Lasers* (中国激光), 2011, 38(9):0902006-1-7 (in Chinese).
- [4] Zhu H B, Liu Y, Hao M M, *et al.* High efficiency module of fiber coupled diode laser [J]. *Chin. J. Lumin.* (发光学报), 2011, 32(11):1147-1151 (in Chinese).
- [5] Li Z J, Hu L M, Wang Y, *et al.* Facet coating for 808 nm Al-containing semiconductor laser diodes [J]. *Opt. Precision Eng.* (光学精密工程), 2010, 18(6):1258-1263 (in Chinese).
- [6] Li L N, Wu J H, Song J F, *et al.* Far-field characteristics of high power laser diode [J]. *Chin. J. Lumin.* (发光学报), 2004, 15(1):95-97 (in Chinese).
- [7] Cao Y L, Wang L, Pan Y Z, *et al.* Catastrophic damage of high-power semiconductor quantum well laser during the measurement [J]. *Chin. J. Lumin.* (发光学报), 2002, 13(5):477-480 (in Chinese).
- [8] Li H X, Reinhardt F, Chyr I, *et al.* High-efficiency, high-power diode laser chips, bars, and stacks [J]. *SPIE*, 2008, 6876:68760G-1-6
- [9] Knapczyk M T, Jacoba J H, Eppicha H, *et al.* 70% efficient, near 1 kW, single 1-cm laser-diode bar at 20  $^{\circ}\text{C}$  [J]. *SPIE*, 2011, 7918:79180F-1-6.
- [10] Niu G, Fan Z W, Wang P F, *et al.* A single fiber coupling module with the output power of 50 W [J]. *J. Optoelectronics · Laser* (光电子·激光), 2008, 19(4):427-429 (in Chinese).
- [11] Yang Y, Liu Y, Qin L, *et al.* Electro-optic properties of 850 nm high-brightness tapered lasers [J]. *Chin. J. Lumin.* (发光学报), 2011, 32(6):593-597 (in Chinese).
- [12] Huang R K, Chann B, Burgess J, *et al.* Direct diode lasers with comparable beam quality to fiber,  $\text{CO}_2$ , and solid state lasers [J]. *SPIE*, 2012, 8241:8241021-1-6.

- [13] Liu Y Q, Cao Y H, Gao J, *et al.* The research of fiber-coupled high power diode laser [J]. *SPIE*, 2011, 8192:81922X-1-10
- [14] Gao X, Bo B X, Qiao Z L, *et al.* Single fiber coupling of multi-linear-array-diode-lasers [J]. *Acta Photonica Sinica* (光子学报), 2010, 39(7):1229-1234 (in Chinese).
- [15] Wang X P, Liang X M, Li Z J, *et al.* 880 nm semiconductor laser diode arrays and fiber coupling module [J]. *Opt. Precision Eng.* (光学精密工程), 2010, 18(5):1021-1027 (in Chinese).

## 《发光学报》

——EI 核心期刊(物理学类;无线电电子学、电信技术类)

《发光学报》是中国物理学会发光分会与中国科学院长春光学精密机械与物理研究所共同主办的中国物理学会发光分会的学术会刊。该刊是以发光学、凝聚态物质中的激发过程为专业方向的综合性学术刊物。

《发光学报》于1980年创刊,曾于1992年,1996年,2000年和2004年连续四次被《中文核心期刊要目总览》评为“物理学类核心期刊”,并于2000年同时被评为“无线电电子学、电信技术类核心期刊”。2000年获中国科学院优秀期刊二等奖。现已被《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》和“万方数据资源系统”等列为源期刊。英国《科学文摘》(SA)自1999年;美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》(AJ)自2000年;美国《剑桥科学文摘社网站》自2002年;日本《科技文献速报》(CBST, JICST)自2003年已定期收录检索该刊论文;2008年被荷兰“Elsevier Bibliographic Databases”确定为源期刊;2010年被美国“EI”确定为源期刊。2001年在国家科技部组织的“中国期刊方阵”的评定中,《发光学报》被评为“双效期刊”。2002年获中国科学院2001~2002年度科学出版基金“择重”资助。2004年被选入《中国知识资源总库·中国科技精品库》。本刊内容丰富、信息量大,主要反映本学科专业领域的科研和技术成就,及时报道国内外的学术动态,开展学术讨论和交流,为提高我国该学科的学术水平服务。

《发光学报》自2011年改为月刊,A4开本,144页,国内外公开发行。国内定价:40元,全年480元,全国各地邮局均可订阅。《发光学报》欢迎广大作者、读者广为利用,踊跃投稿。

地 址:长春市东南湖大路3888号

《发光学报》编辑部

邮 编:130033

电 话:(0431)86176862, 84613407

E-mail: fgxbt@126.com

国内统一刊号:CN 22-1116/04

国际标准刊号:ISSN 1000-7032

国内邮发代号:12-312

国外发行代号:4863BM

http://www.fgxb.org