

# 一种简单的大功率激光二极管阵列参量测试方法

赵 鸿 姜东升 王建军 赵海霞 周寿桓

(华北光电技术研究所, 北京 100015)

陈国夫

(中国科学院西安光学精密机械研究所, 西安 710068)

**摘要** 本文详细介绍了一种测试大功率激光二极管阵列用金属光导管的设计原则及测试方法, 它具有结构简单、操作方便、精度较高等一系列优点, 文章最后还给出了通过这种方法测试大功率激光二极管阵列输出功率及发射光谱的一些实验结果。

**关键词** 大功率激光二极管阵列; 金属光导管; 输出功率; 发射光谱

## 0 概述

近十年来, 随着激光二极管技术及相关工艺的日臻成熟, 二极管泵浦固体激光技术的研究也取得了长足的进步。由于具有效率高、寿命长、结构紧凑、可靠性好等一系列优点, 二极管泵浦固体激光技术已成为国内外竞相研究的热点。目前国际上连续输出功率 20W 的单条激光二极管阵列已商品化, 平均功率达百瓦级的二极管泵浦 Nd: YAG 及倍频激光输出也已实现<sup>1~4</sup>。国内, 由于条件所限, 大多数研究机构和公司研究的重点都放在中小功率二极管泵浦固体激光器, 尤其是百毫瓦级绿光激光器上<sup>2</sup>。

大功率激光二极管阵列是研制高功率激光二极管泵浦固体激光器必不可少的重要元件, 而激光二极管阵列性能的好坏又会直接影响激光二极管泵浦的固体激光器的总体指标和性能。因此, 在使用前, 必须对激光二极管阵列的输出功率、中心波长、光谱宽度及使用寿命等重要技术指标进行严格检测和标定。目前, 我们与中科院半导体所合作, 联合研制成功了大功率连续激光二极管阵列, 输出功率达百瓦级。但是, 由于激光二极管阵列的发光区域很宽(76mm × 1μm), 发散角较大(10° × 40°), 而一般通用型激光功率计和光谱分析仪等测试仪器的接收口很有限, 因而无法对其进行精确测量。

为此, 我们专门设计了一种金属光导管, 利用金属表面的全反射特性, 使发光区域很宽的激光二极管阵列输出的光功率通过多次反射, 最终从较小的端面输出, 从而非常简单有效的实现了与功率计或光谱仪接收口径的匹配, 达到精确测量大功率激光二极管阵列参量的目的。

## 1 百瓦级连续激光二极管阵列

百瓦级连续激光二极管阵列模块的结构如图 1 所示, 每个模块由 7 只 15W 连续激光二极管

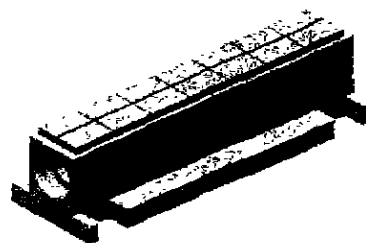


图 1 百瓦级连续激光二极管阵列结构示意图

Fig. 1 Scheme of structure of  $>100$ W level continuous laser diode array

阵列组成。线阵串联排列在同一个金属热沉上, 首尾相接连成一条直线, 每只 15W 激光二极管线阵的发光区域尺寸为 10mm × 1μm, 两只线阵间隔约 1mm, 因此整个模块的发光区域为 76mm × 1μm, 二极管阵列发射的光功率沿各方向的发

散角并不相同,平行于有源层的方向上光束发散角 $\theta_{\perp}$ 为 $10^{\circ}$ ,垂直于有源层方向上的发散角 $\theta_{\perp}$ 为 $40^{\circ}$ .模块的金属热沉上加工有与阵列排列方向平行的冷却通道,冷却液沿通道快速流过,从而实现整个金属热沉的冷却.该模块作为一个整体组件,可单独拆卸和替换,安装非常方便,并且能够有效保护激光二极管阵列的发光区域不受机械应力损伤.

## 2 金属光导管的设计原则

金属光导管的结构示意如图2所示.其设计原理非常简单,就是利用光导管的内表面对光线的多次的全反射,将激光二极管阵列发射的、发散角很大的光功率逐渐压缩,最终从截面较小的出射端输出.为了增强金属表面的反射效率,必须对光导管用于全反射的内表面进行抛光处理,并镀上金或银等反射性能较好的金属层,以提高光导管总的传输效率.



图2 金属光导管结构示意图

Fig.2 Scheme of structure of metal light propagating tube

设计光导管时应特别注意两点:第一,不允许有光线经光导管内表面多次反射后又反方向折回,否则可能会对激光二极管阵列造成损伤.第二,设计时应注意光导管对激光二极管阵列各部分传输效率的一致性.实际上,由于激光二极管沿阵列方向单位长度发射的光功率基本相同,在光导管的设计中,光导管各部分传输效率的一致性并不十分重要.但如果光导管对激光二极管阵列各部分的传输效率差异过大,会影响参数测试的准确程度.

根据实际工作需要,光导管入射端截面尺寸为 $80\text{mm} \times 10\text{mm}$ ,出射端截面尺寸为 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ ,总长 $350\text{mm}$ .用光线追迹法通过计算机模拟可知,上述百瓦级连续激光二极管阵列发出的光功率都可以通过金属光导管内表面的多次反射从出射端输出,不会有光线反向折回.

我们用发光区域为 $10\text{mm} \times 1\mu\text{m}$ 的 $15\text{W}$ 连续激光二极管对金属光导管的传输效率进行了标定.金属光导管入射端不同区域的传输效率的测试结果如图3所示.经计算可知,金属光导管的总传输效率为 $77.5\%$ .由曲线可以看出,中心处传输效率比边缘高 $14\%$ ,这是因为边缘处反射次数较多,实际损耗更大所致.

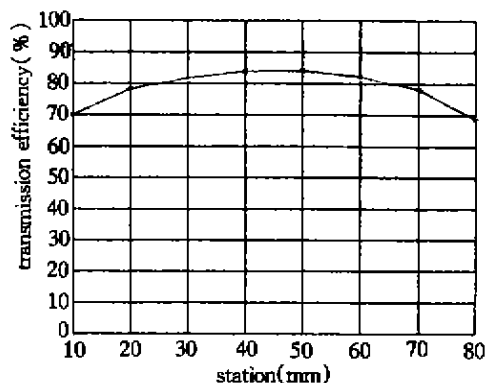


图3 金属光导管入射端不同区域的传输效率曲线

Fig.3 Transmission efficiency curve of different regions of the incident end of metal light propagating tube

## 3 使用金属光导管测试大功率激光二极管阵列参量

图4是我们通过金属光导管,用EPM1000型激光功率计测试的激光二极管注入电流与输出光功率的试验曲线.由图可以看出,大功率激光二极管阵列实际最大输出功率可达 $110\text{W}$ .

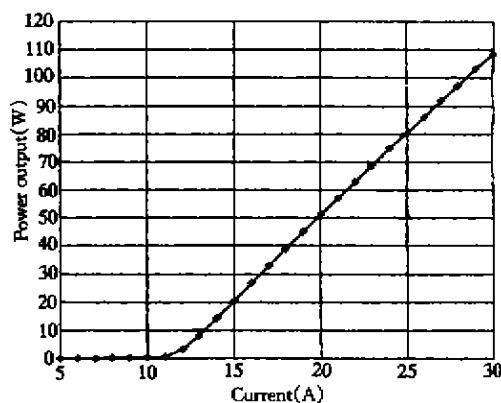


图4 激光二极管注入电流与输出光功率的实测曲线

Fig.4 Experiment curve of output power vs injection current in laser diode

图5是我们通过金属光导管,用光谱分析仪测试的激光二极管的发射光谱.

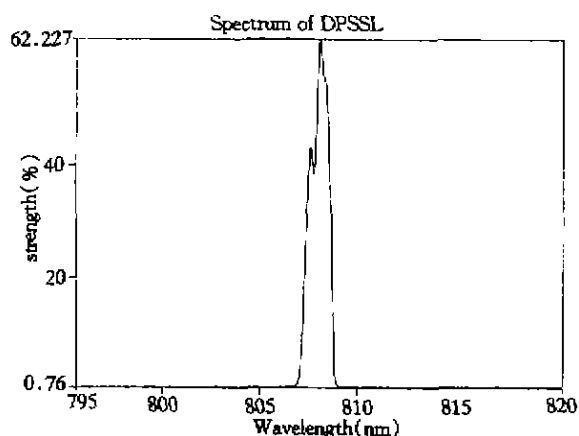


图5 激光二极管阵列发射光谱的实测曲线

Fig. 5 Experiment curve of emissive spectrum of laser diode array

如果在金属光导管入射端再加上宽度为10mm的光阑,还可以研究激光二极管阵列不同位置处的输出特性,在此不再赘述.

#### 4 结论

本文在分析了大功率激光二极管阵列结构的基础上,提出了一种简单而有效的二极管阵列参量测试方法,并结合实际测试了二极管阵列的输出功率和光谱特性,取得了良好的使用效果.它具有结构简单、操作方便、精度较高等一系列优点,并对于设计不同结构的二极管阵列参量测试方法具有很好的参考价值.

#### 参考文献

- 1 Konno Susumu, Kojima Tetsuo, Fujikawa Shuichi, Koji Yasui. High-brightness 138-W green laser based on an intracavity-frequency-doubled diode-side-pumped Q-switched Nd:YAG laser. *Opt Lett*, 2000, 25(2):105~107
- 2 Hirano Y, Koyata Y, Yamamoto S, et al. 208-W TEM<sub>00</sub> operation of a diode-pumped Nd:YAG rod laser. *Opt Lett*, 1999, 24(10):678~681
- 3 Konno Susumu, Fujikawa Shuichi, Yasui Koji. Highly efficient 68-W green-beam generation by use of an intracavity frequency-doubled diode side-pumped Q-switched Nd:YAG rod laser. *App Opt*, 1998, 37(27):6701~6404
- 4 Garrec le B J, Raze G J, Thro P Y, Gibert M. High-average-power diode-array-pumped frequency-doubled YAG laser. *Opt Lett*, 1996, 21(24):1990~1992
- 5 霍铁杰, 杨成伟. 温度对微型全固态绿光激光器性能影响的研究. *激光与红外*, 2000, 30(4):223~225

## A SIMPLE METHOD OF PARAMETERS MEASURING OF HIGH POWER DIODE LASER BAR

Zhao Hong, Jiang Dongsheng, Wang Jianjun, Zhao Haixia, Zhou Shouhuan

North China Research Institute of Electro-Optics, Beijing 100015

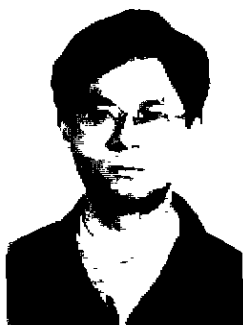
Chen Guofu

Xi'an Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Xi'an 710068

Received date: 2000-05-07

**Abstract** Design theory and measure method of a metal optics duct are developed. This duct can be easily used for measure parameters of high power diode laser bar. Some experiment results are also be given.

**Keywords** High power diode laser; Metal optics duct; Output power; Emit spectrum



**Zhao Hong** was born in 1969. Senior Engineer. He received the Bachelors degree in Technical physics from Xidian University in 1992, and M. Sc degree in Optics from Changchun Optics and Fine Mechanics Institute in 1997. Since 1992, he is always with North China Research Institute of Electro-Optics (NCRIEO), where his research is centered on the development of diode-pumped solid-state lasers.