

Agricultural Machinery Press, 1986  
 马庆芳, 方荣生, 项立成等. 实用热物理性质手册[M]. 北京: 中国农业机械出版社, 1986  
 7 Guan Zhenzhong. Laser Processing Manual[M]. Beijing: China Metrology Publishing House, 1998. 28~74  
 关振中. 激光加工工艺手册[M]. 北京: 中国计量出版社, 1998. 28~74  
 8 Huang Guoxiu. Analysis on the Laser Mental Treatment

Temperature Field[D]. Changchun: Changchun University of Science and Technology, 2008. 32~40  
 黄国秀. 激光与金属相互作用的温度场分析[D]. 长春: 长春理工大学, 2008. 32~40  
 9 Qian Zengyuan. The Thermal Properties of Low Melting Point Metal[M]. Beijing: Science Press, 1985  
 钱增源. 低熔点金属的热物性[M]. 北京: 科学出版社, 1985

## Ho:YAG 陶瓷激光器实现21 W 连续波输出

2  $\mu\text{m}$  波长激光处于人眼安全区域, 在激光雷达、医疗、自由空间通讯等领域有着广阔的应用前景。近年来, 随着制备工艺的突破, 多晶透明激光陶瓷的光学质量、光谱和激光特性愈加接近单晶, 且具有显著的制备优势, 成为继单晶、玻璃之后又一值得瞩目的激光材料。然而由于缺少合适的抽运源, 2  $\mu\text{m}$  波长单掺钬激光陶瓷的研究进展相对滞后于 1  $\mu\text{m}$  波长的掺钕、镱陶瓷材料。最近, 复旦大学与新加坡南洋理工大学及徐州师范大学合作, 以南洋理工大学唐定远研究小组制备的高质量 Ho:YAG 陶瓷作为激光增益介质(掺杂浓度为 1.5% 和 2.0% (原子数分数), 双面镀增透膜), 采用掺铊光纤激光共振抽运技术, 成功实现了 21 W 的连续波输出。

研究组用自建的可调谐、窄线宽掺铊光纤激光器作为 Ho:YAG 陶瓷激光器的共振抽运源, 在 1907 nm 波长实现了抽运与吸收的精确匹配, 通过对掺钬浓度和谐振腔的优化, 最终在长度为 14 mm、掺杂浓度为原子数分数 1.5% 的 Ho:YAG 陶瓷上(图 1)实现了 21 W 的连续波输出(图 2); 相

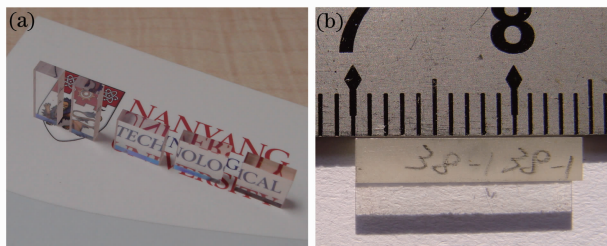


图 1 (a) 不同掺杂浓度 Ho:YAG 透明陶瓷样品; (b) 用于激光实验的 Ho:YAG 陶瓷棒  
 Fig. 1 (a) Ho:YAG transparent ceramics of different Ho<sup>3+</sup> concentrations and (b) Ho:YAG ceramic sample

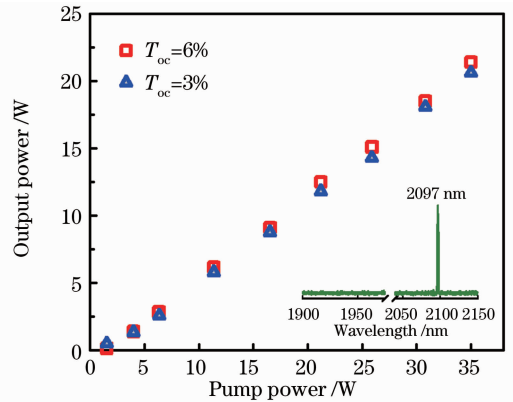


图 2 输出镜透射率  $T=6\%$  和  $T=3\%$  时输出功率与抽运功率之间的关系。插图为陶瓷激光器的输出谱线  
 Fig. 2 Output power versus incident pump power with output couplers of 3% and 6% transmission. Inset is output spectrum at 2097 nm

应的抽运功率为 35 W, 输出激光波长为 2097 nm, 斜率效率为 63.6%, 光-光转化效率则达到了 61.1% (平凹谐振腔长约 20 mm, 输出凹面曲率 100 mm; 抽运光束腰半径约 150  $\mu\text{m}$ ,  $M^2 \approx 2$ )。当最大抽运功率为 35 W 时, 输出与抽运功率之间仍然保持良好线性, 预示着系统的最大输出功率仍有进一步提高的空间。

陈 浩<sup>1,3</sup> 沈德元<sup>1\*</sup> 章 健<sup>2</sup> 杨 浩<sup>2</sup>  
 唐定远<sup>2</sup> 赵 婷<sup>3</sup> 杨晓芳<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 复旦大学微纳光子结构教育部重点实验室, 复旦大学光科学与工程系, 上海 200433  
<sup>2</sup> 南洋理工大学电气与电子工程学院, 新加坡 639798  
<sup>3</sup> 徐州师范大学物理与电子工程学院, 江苏 徐州 221116