

## 2 $\mu\text{m}$ 铋化物半导体激光器光纤输出模块

李森森<sup>1,2</sup>, 张宇<sup>3,4,5</sup>, 徐应强<sup>3,4,5</sup>, 牛智川<sup>3,4,5</sup>, 闫秀生<sup>1,2</sup>

1. 光电信息控制和安全技术重点实验室, 天津 300308;
2. 中国电子科技集团公司光电研究院, 天津 300308;
3. 中国科学院半导体研究所 半导体超晶格国家重点实验室, 北京 100083;
4. 中国科学院大学 材料科学与光电技术学院, 北京 100049;
5. 晋城市国科半导体研究所, 山西 晋城 048000)

中图分类号: O432.1 文献标志码: A DOI: 10.3788/IRLA20220493

铋化物作为窄带隙半导体材料, 禁带宽度覆盖了 1.5~5  $\mu\text{m}$  波段, 是中红外波段半导体激光器理想的材料体系, 利用铋化物半导体激光器产生短波红外 (2  $\mu\text{m}$ ) 激光是目前的研究热点, 可为红外激光对抗、生物显微镜、医学照明、塑料焊接等提供优质光源。

笔者团队与中国科学院半导体研究所合作, 自 2017 年以来开展了 2  $\mu\text{m}$  波段铋化物半导体激光器技术及其应用研究。最近, 研究组利用石英光纤透镜直接耦合 0.5 W 激光芯片获得了 0.28 W 的短波红外激光输出。2  $\mu\text{m}$  波段铋化物半导体激光器基于最先进的量子阱外延层生长技术, 采用铋化物为基底、高可靠性脊波导结构, 法布里-珀罗腔型。铋化物半导体激光芯片采用 COS 封装方式, 芯片有源区尺寸为 100  $\mu\text{m}$  × 1  $\mu\text{m}$ , 快慢轴发散角分别约为 28°和 44°, 耦合方式采用楔形光纤透镜直接耦合。输出光纤采用芯径 105  $\mu\text{m}$  的石英玻璃光纤, 光纤输出口采用 SMA-905 结构, 实物如图 1 所示。

铋化物半导体激光器光纤输出模块功率和光谱输出特性如图 2 所示。试验中, COS 芯片输出激光功率为 0.5 W, 耦合光纤后输出功率达到 0.28 W, 耦合效率为 56%。光纤透镜端面未进行镀膜处理, 导致一定

的耦合损耗。输出激光光谱分布在 2 050~2 065 nm, 呈树状谱分布, 线宽达 15 nm, 有多个纵模。这是由于增益芯片为 FP 腔型结构, 选频不够单一, 进一步的光谱整形可采用 DFB 结构, 实现窄线宽输出, 但输出功率会大大降低。利用 CCD 测量光纤输出端的激光近、远场分布如图 3(a)、(b) 所示。下一步将基于以上光纤透镜耦合平台, 通过多路光纤合束等方式实现功率进一步提高和光束质量改善。

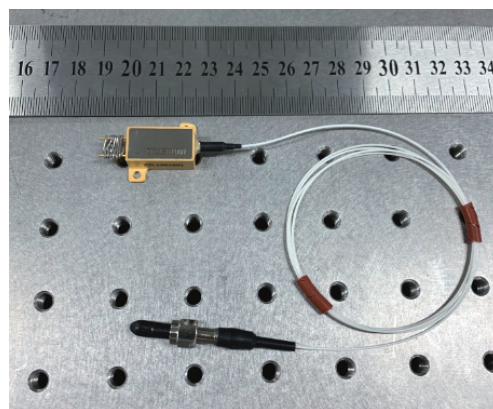


图 1 铋化物半导体激光器光纤耦合模块实物图

Fig.1 Photograph of the fiber coupling module for GaSb-based semiconductor laser

收稿日期:2022-07-15; 修订日期:2022-08-01

作者简介:李森森,高级工程师,博士生导师,博士,主要从事新型光源技术与开发。

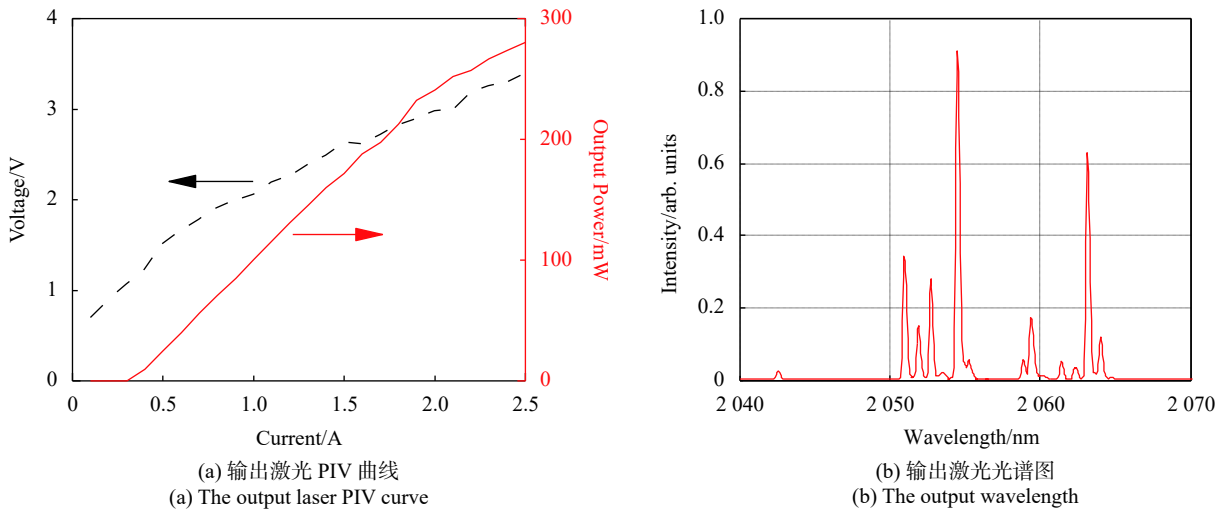


图 2 碲化物半导体光纤耦合模块输出激光 PIV 曲线与光谱图

Fig.2 PIV curve and wavelength of the fiber coupling module for GaSb-based semiconductor laser

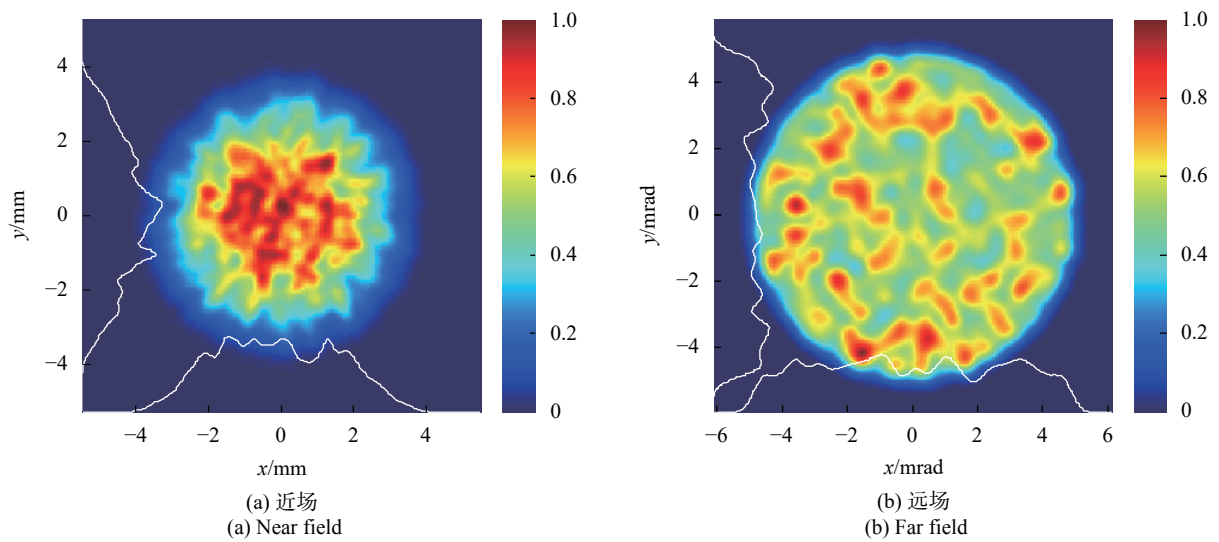


图 3 碲化物半导体光纤耦合模块输出激光近场和远场光斑

Fig.3 Output laser near field and far field of the fiber coupling module for GaSb-based semiconductor laser