

29(11): 3108~3113

梁 晶, 龙兴武, 张 斌 等. 一种内置法布里-珀罗标准具选择 He-Ne 激光器内谱线的方法[J]. 光学学报, 2009, 29(11): 3108~3113

18 Nie Xiaoming, Long Xingwu, Zhang Bin *et al.*. 629 nm He-Ne

laser using built-in Fabry-Perot etalon[J]. *Acta Optica Sinica*, 2011, 31(8): 0814004

聂晓明, 龙兴武, 张 斌 等. 内置法布里-珀罗标准具 629 nm He-Ne 激光器[J]. 光学学报, 2011, 31(8): 0814004

栏目编辑: 宋梅梅

瓦级连续波 2.8 μm 中红外 Er:ZBLAN 光纤激光器

中红外激光在激光光谱科学研究、大气探测、激光医疗、红外对抗等领域有着极其重要的应用价值。近年来,中红外光纤激光器发展非常迅速,引起了国内外科研单位的高度关注。2009 年日本京都大学采用二极管激光抽运 Er:ZBLAN 光纤,通过特殊的冷却方式,获得了功率 24 W、波长 2.78 μm ,转换效率 14.5% 的激光稳定输出。2011 年 Shigeki Tokita 等实现了平均功率 12 W、波长 2.8 μm Er:ZBLAN 光纤激光输出,在频率 120 kHz 时,脉冲宽度约为 90 ns。

Er 离子在 2.8 μm 激光上能级 $^4I_{11/2}$ 寿命 6.9 ms,下能级 $^4I_{13/2}$ 寿命 9.0 ms,基准能级为 $^4I_{15/2}$,要有效获得 2.8 μm 波段激光输出,须采用高掺杂 Er 离子,或同时适当共掺杂敏化离子 Pr 等,以有效转移 2.8 μm 激光下能级粒子数,保证上能级粒子有效持续跃迁到下能级,避免激光跃迁终止。初步理论计算表明,合理设计 Er:ZBLAN 光纤参数,有可能获得超过量子极限的转换效率。

中国工程物理研究院应用电子学研究所对中红外光纤激光器进行了较为系统的研究,获得了功率瓦级、波长 2.79 μm 中红外光纤激光输出。实验装置示意图如图 1 所示,抽运光为带尾纤输出的 975 nm 二极管激光器,最大输出功率为 30 W,光纤芯径 125 μm ,数值孔径(NA)为 0.22。非球面镜 L1 和 L2 构成了抽运耦合系统,焦距分别为 35 mm 和 50 mm,膜层对 975 nm 和 2.8 μm 增透。DM 为双色镜,对 975 nm 激光增透,对 2.8 μm 激光高反。双包层 Er:ZBLAN 增益光纤 Er 离子掺杂浓度为 6% (摩尔分数),芯径为 34 μm ,NA 为 0.12,内包层为 D 型,直径为 350 μm ,光纤长度约为 4 m。L3 焦距为 50 mm,膜层对 2.8 μm 高透,滤波片对 975 nm

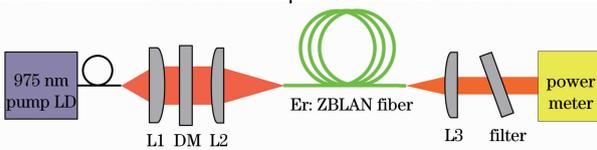


图 1 中红外 Er:ZBLAN 光纤激光器实验装置示意图

Fig. 1 Experimental setup of the mid-infrared Er:ZBLAN fiber laser

激光高反,对 2.8 μm 激光增透。

图 2 为 Er:ZBLAN 光纤激光器的功率输出特性曲线,在抽运功率为 25 W 时,获得了 2.61 W 的中红外激光输出,斜效率为 11.6%。考虑到光纤耦合效率、镜片的光学损耗,该激光器斜效率要高于此值。图 3 为红外光谱仪测量的输出光谱图,中心波长为 2.786 μm 。当抽运功率超过 25 W 时,Er:ZBLAN 光纤的输入端面出现了损伤。由于 Er:ZBLAN 光纤较脆、熔点较低(265 $^{\circ}\text{C}$),端面的处理难度较大,在显微镜下观察其端面有细小的裂纹,使得端面抗损伤阈值较低,限制了中红外光纤激光器输出功率的进一步提升。目前,本课题组正在开展 Er:ZBLAN 光纤端面处理、端面金属化、中红外光纤激光器特殊热管理等优化工作,以获得更高功率的中红外激光输出。

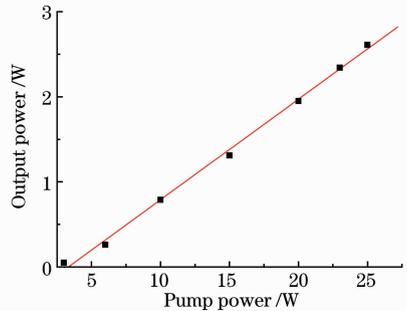


图 2 Er:ZBLAN 光纤激光器输出功率特性

Fig. 2 Output power characteristic of the Er:ZBLAN fiber laser

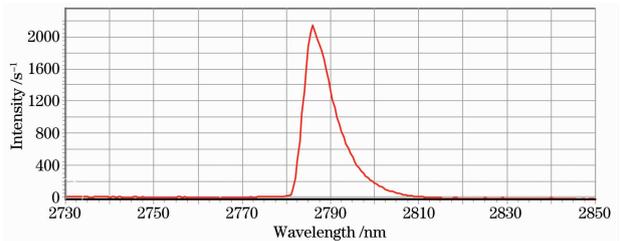


图 3 输出激光光谱

Fig. 3 Laser output spectrum

黄园芳 彭跃峰 魏星斌 高剑蓉 李德明
(中国工程物理研究院应用电子学研究所, 绵阳 四川 621900)

收稿日期: 2012-03-14; 收到修改稿日期: 2012-03-20