

adaptive, diode-side-pumped Nd:YAG slab laser[J]. Opt Lett, 2012, 37(13): 2598–2600.

18 O L Antipov, A S Kuzhelev, D V Chausov. Nondegenerate four-wave-mixing measurements of a resonantly induced refractive-index grating in a Nd:YAG amplifier[J]. Opt Lett, 1998, 23(6): 448–450.

19 O L Antipov, S I Belyaev, A S Kuzhelev. Stimulated resonance scattering of light waves in laser crystals with a population inversion[J]. J Exp Theor Phys Lett, 1996, 63(1): 13–19.

20 W Koehner. Solid-state laser engineering [M]. 5th ed., Springer, 1999. 172–175.

栏目编辑: 宋梅梅

2 μm 短腔硝酸盐玻璃光纤窄线宽激光器及其输出性能

人眼安全的 2 μm 激光在遥感、生物医疗等领域具有重要的应用。2 μm 单频光纤激光器线宽窄、相干长度长、波长可调谐且结构紧凑、设备可靠耐用,受到了研究人员的广泛关注。采用短腔结构,加大纵模间隔,保证激光器无跳模运转,是实现单频光纤激光的有效途径。传统的稀土掺杂石英光纤由于本身玻璃网络结构的原因,稀土离子溶解度较低,短腔结构难以获得足够的增益。而多组分玻璃,由于无定形的玻璃网络结构,稀土离子掺杂浓度可以比石英光纤高 1~2 个数量级,因此基于高浓度稀土离子掺杂的多组分玻璃单频光纤激光器已成为 2 μm 光纤激光器领域的研究热点。

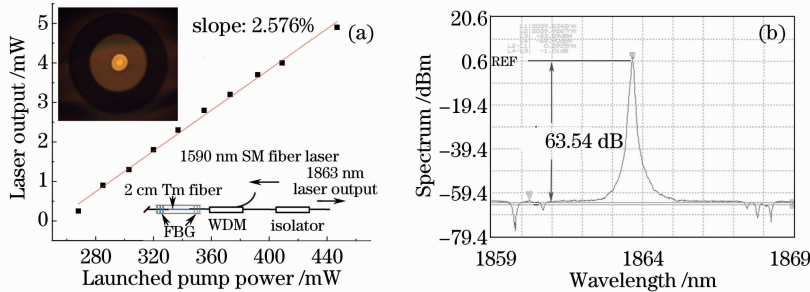


图 1 (a) 激光输出功率随抽运功率的变化,插图为增益光纤端面 and 激光器结构示意图;(b)激光输出光谱

Fig. 1 (a) Laser output as a function of launched power. Insets, microscopic image of the active fiber and DBR laser setup; (b) output laser spectrum

近年来,本课题组致力于高浓度稀土掺杂多组分玻璃光纤的研究,并在铽掺杂的多组分硝酸盐玻璃光纤中取得突破。基于该光纤制作了与普通石英光纤模场直径匹配的单模(SM)光纤,以该光纤为增益介质,初步研制了超短直线腔分布布拉格反射(DBR)结构的窄线宽全光纤激光器。峰值反射率约为 60%,3 dB 带宽约为 0.15 nm,栅区长度约为 1 cm,激光器有效腔长约为 3 cm。光纤光栅刻写在普通的石英光纤上,将硝酸盐玻璃光纤装入陶瓷插芯采用物理对接的方式组装谐振腔。自制 1590 nm 掺铽单模光纤激光作同带抽运源,经 1590/1900 nm 波分复用器(WDM)反向抽运,最大抽运功率为 500 mW。图 1(a)为激光器的输出功率随抽运功率的变化曲线,激光器的抽运阈值约为 270 mW,在 450 mW 抽运功率下,激光器的最大输出功率为 5 mW,斜率效率约为 2.576%。激光器较高的阈值和较低的斜率效率源于增益光纤较低的同轴度,如图 1(a)中插图所示。较低的同轴度一方面降低了抽运耦合效率,另一方面增加了谐振腔单程损耗。图 1(b)为激光器最大输出功率时的激光光谱图,中心波长为 1863.66 nm,边模抑制比为 63.54 dB。

图 2 为采用光纤迈克耳孙干涉仪测量的该 DBR 激光器频率噪声图,干涉仪两臂长度差 15 m,同时给出了实验室 1.5 μm 波段两个已知线宽单频激光器的频率噪声。低频段 DBR 激光器的频率噪声相对较高,高频段该激光器的频率噪声和 1535 nm 激光器的频率噪声基本处于同一水平,均比 1550 nm 窄线宽单频激光器高 16 dB 左右。据此可知,该 DBR 激光器的线宽应与 1535 nm 激光器的线宽相当或略高,约为 5 kHz。

该 DBR 激光器实现 2 μm 波段线宽约 5 kHz 的窄线宽全光纤激光输出。在此基础上,将进一步优化增益光纤,改善抽运源和谐振腔的稳定性,并采用保偏光纤光栅以实现高功率线偏振单频激光输出。

张 磊 潘政清 李科峰 叶 青 蔡海文 胡丽丽

(中国科学院上海光学精密机械研究所,上海 201800)

* E-mail: kfli@siom.ac.cn

收稿日期: 2014-06-19; 收到修改稿日期: 2014-06-25

用 2 cm 铽掺杂硝酸盐玻璃光纤作为增益介质构建了一个 DBR 激光器,如图 1(a)中插图所示。光栅的中心波长为 1863.66 nm,高反光栅峰值反射率大于 99%,3 dB 带宽约为 0.8 nm,低反光栅

3 dB 带宽约为 0.15 nm,栅区长度约为 1 cm,激光器有效腔长约为 3 cm。光纤光栅刻写在普通的石英光纤上,将硝酸盐玻璃光纤装入陶瓷插芯采用物理对接的方式组装谐振腔。自制 1590 nm 掺铽单模光纤激光作同带抽运源,经 1590/1900 nm 波分复用器(WDM)反向抽运,最大抽运功率为 500 mW。图 1(a)为激光器的输出功率随抽运功率的变化曲线,激光器的抽运阈值约为 270 mW,在 450 mW 抽运功率下,激光器的最大输出功率为 5 mW,斜率效率约为 2.576%。激光器较高的阈值和较低的斜率效率源于增益光纤较低的同轴度,如图 1(a)中插图所示。较低的同轴度一方面降低了抽运耦合效率,另一方面增加了谐振腔单程损耗。图 1(b)为激光器最大输出功率时的激光光谱图,中心波长为 1863.66 nm,边模抑制比为 63.54 dB。

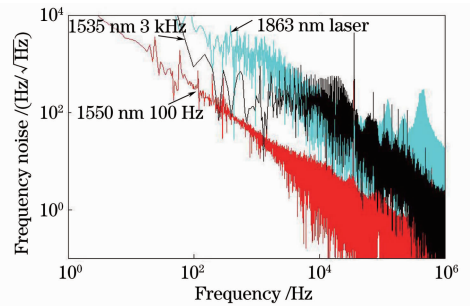


图 2 1863 nm DBR 激光器频率噪声谱和两个已知线宽(1535 nm 3 kHz,1550 nm 100 Hz)激光器的频率噪声谱

Fig. 2 Frequency noise spectra of the 1863 nm DBR laser and two reference lasers at 1535 nm and 1550 nm with line-width of 3 kHz and 100 Hz, respectively