

缪雪峰, 王天枢, 周雪芳, 等. 一种可调谐的多波长布里渊掺铒光纤激光器[J]. 中国激光, 2012, 39(6): 0602010.

15 P Nicati, K Toyama, S Huang, *et al.*. Temperature effects in a Brillouin fiber ring laser[J]. Opt Lett, 1993, 18: 2123–2125.

栏目编辑: 宋梅梅

## 高功率 2.97 $\mu\text{m}$ 中红外被动调 Q 掺铒 ZBLAN 光纤激光器

中红外调 Q 脉冲光纤激光器在光电对抗、激光微创手术、工业加工和非线性波长变换等领域有着重要的应用前景, 已引起了国内外研究者的高度关注。2012 年开始, 美国亚利桑那大学的 Zhu 等报道了利用  $\text{Fe}^{3+}:\text{ZnSe}$  晶体和石墨烯作为可饱和吸收体被动调 Q 掺  $\text{Er}^{3+}$  ZBLAN 光纤激光器和被动调 Q 掺  $\text{Ho}^{3+}$  ZBLAN 光纤激光器, 所实现的最长波长为 2.93  $\mu\text{m}$ , 最高脉冲能量为 2.0  $\mu\text{J}$ 。近年来, 我国在 2  $\mu\text{m}$  波段脉冲光纤激光器领域已取得了较大的发展, 但在 3  $\mu\text{m}$  波段的研究还较少。2012 年, 电子科技大学利用声光

调制器实现了主动调 Q 掺  $\text{Ho}^{3+}$  ZBLAN 光纤激光器, 脉冲宽度为 380 ns, 脉冲能量为 29  $\mu\text{J}$ , 中心波长达到了 3.005  $\mu\text{m}$ 。同时还实现了波长调谐范围为 2.970~3.015  $\mu\text{m}$  的主动调 Q 光纤激光器。最近, 本课题组将中红外波段半导体可饱和吸收镜 (SESAM) 应用于掺  $\text{Ho}^{3+}$  ZBLAN 光纤激光器中, 实现了 2.97  $\mu\text{m}$  被动调 Q 脉冲激光输出, 激光输出单脉冲能量超过了 6.65  $\mu\text{J}$ , 脉冲宽度为 1.68  $\mu\text{s}$ , 重复频率为 47.6 kHz, 这是目前国内已报道的中红外波段波长最长以及单脉冲能量最高的被动调 Q 光纤激光器。

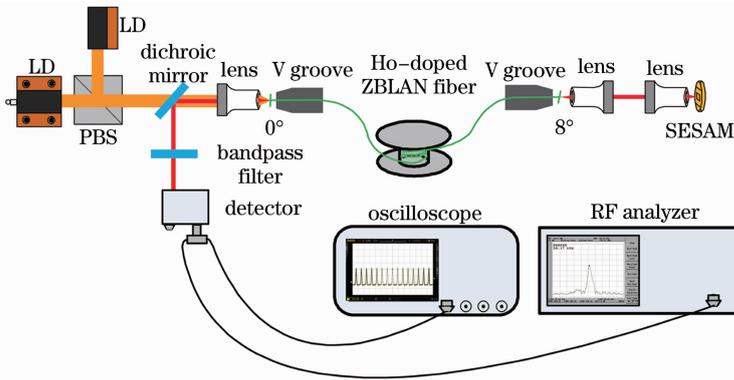


图 1 基于 SESAM 的被动调 Q 光纤激光器实验装置示意图

Fig. 1 Schematic of experimental setup for SESAM-based passively Q-switched fiber laser

该被动调 Q 光纤激光器结构如图 1 所示, 抽运源为 1150 nm 的半导体激光器, 最大耦合进光纤的功率为 3.005 W。所采用的双包层 ZBLAN 光纤的内包层为 D 型, 直径为 125  $\mu\text{m}$ , 数值孔径为 0.50; 纤芯直径为 10  $\mu\text{m}$ , 数值孔径为 0.2。光纤的掺杂浓度为 1.5% (摩尔分数), 光纤的长度为 8.0 m, 以保证 90% 以上的抽运光被吸收。光纤的抽运耦合端垂直切割构成激光器的输出腔, 光纤另一端以 8° 角切割以防止形成复合腔并保证更多的激光被 SESAM 调制。在耦合进光纤的

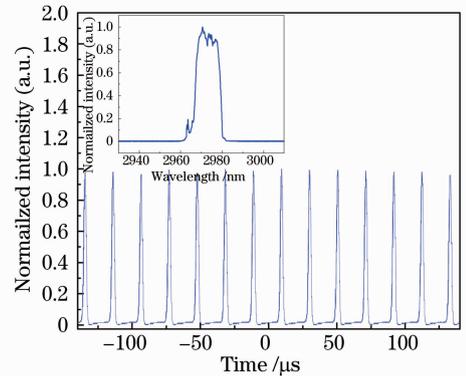


图 2 抽运功率 3.005 W 时的调 Q 脉冲序列和 (插图) 光谱

Fig. 2 Pulse sequence and optical spectrum (inset) at launched pump power of 3.005 W

抽运功率为 202 mW 时, 连续激光开始产生; 抽运功率达到 305 mW 时, 调 Q 脉冲开始产生并且一直稳定到最大抽运功率。图 2 是在抽运功率为 3.005 W 时的输出脉冲激光的波形图, 其重复频率为 47.6 kHz, 脉冲宽度为 1.68  $\mu\text{s}$ 。最高输出激光的平均功率为 316.7 mW, 脉冲能量为 6.65  $\mu\text{J}$ , 斜率效率为 12.1%, 测试得到的信噪比为 40 dB。脉冲激光输出光谱图如图 2 (插图) 所示, 其中心波长为 2971.5 nm, 半峰全宽 (FWHM) 为 12.05 nm。

罗鸿禹 李剑峰 何雨莲 王乐乐 刘永  
(电子科技大学光电信息学院, 四川成都 610054)

\* E-mail: lijianfeng@uestc.edu.cn

收稿日期: 2013-11-12; 收到修改稿日期: 2013-12-09