

激光二极管抽运的 Yb:GSO 飞秒激光器*

作为 1 μm 附近由激光二极管直接抽运的高效、紧凑固体激光器的增益介质, 掺 Yb³⁺ 离子的激光材料越来越受到人们的关注。掺 Yb 的晶体具有能级结构简单, 荧光寿命长, 量子缺陷低等优点。掺 Yb 离子的激光晶体作为增益介质的飞秒激光振荡器国际上已有报道, 实现全固态飞秒激光器件的实用化是国内外科学家追求的目标。

激光实验中采用的 Yb:GSO 晶体具有低对称的晶体结构, 可提供强晶体场和配位场, 有利于 Yb³⁺ 的能级分裂。Yb:GSO 中 Yb³⁺ 基态 ²F_{7/2} 能级分裂幅度达到 1076 cm⁻¹。Yb:GSO 晶体的高效调谐及被动锁模激光输出已在较早的实验中得到证实。本实验中采用的 Yb:GSO 晶体, 垂直切割, 双面镀 940~980 nm 和 1020~1120 nm 的宽带增透膜, 通光长度为 2 mm, Yb 的掺杂原子数分数为 5%。晶体由铝箔包裹固定于铜质的水冷系统上。抽运源采用光纤耦合半导体激光器, 尾纤芯径为 50 μm, 数值孔径为 0.22。中心波长受温度控制基本保持在 976 nm, 最大输出功率为 5 W。采用非球面镜对抽运光束整形和扩束后, 再聚焦到激光晶体上, 焦点处的光斑直径为 50 μm, 满足腔内在晶体上的模式匹配。采用折叠腔结构进行连续锁模实验, 实验装置如图 1 所示, 谐振腔的总长度为 150 cm, 输出镜对中心波长的透射率为 2.5%, 以半导体可饱和吸收镜作为启动锁模元件, 半导体可饱和吸收镜的中心波长为 1064 nm, 采用材料为熔融石英的棱镜对进行色散

补偿。在抽运功率为 3.9 W 时, 得到 384 mW 的连续锁模激光输出, 重复频率为 99 MHz。连续锁模的中心波长为 1031 nm, 半峰全宽为 4.6 nm, 输出激光光谱如图 2 中插图所示, 锁模序列的波形如图 3 所示, 相应的脉冲宽度为 639 fs, 如图 2 所示。

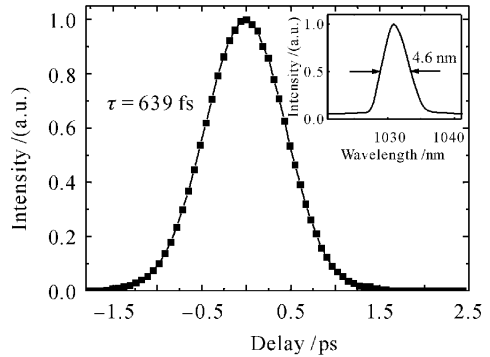


图 2 Yb:GSO 连续锁模激光的强度自相关曲线
Fig. 2 Autocorrelation trace of the Yb:GSO CW mode-locked laser

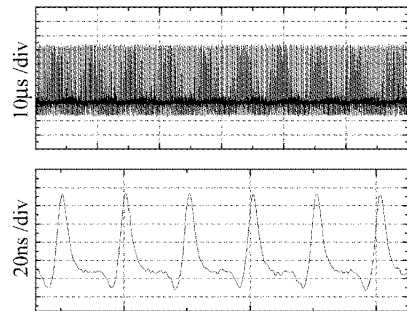


图 3 连续锁模脉冲序列

Fig. 3 Oscilloscope trace of CW mode-locked pulses

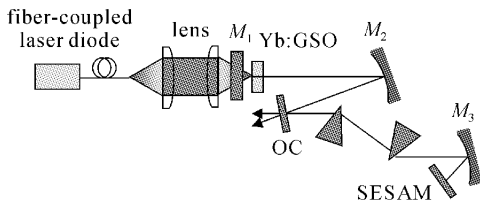


图 1 采用半导体可饱和吸收镜 (SESAM) 进行 Yb:GSO 被动锁模实验装置图

M₁: 腔镜 (平镜); M₂, M₃: 折叠镜 (曲率半径分别为 500 mm, 100 mm); OC: 输出耦合镜

Fig. 1 Schematic of a Yb:GSO laser passively mode-locked with a SESAM

M₁: cavity mirror (flat); M₂, M₃: folding mirrors (R_{OC} = 500 mm and R_{OC} = 100 mm); OC: output coupler

下一步的工作将进一步优化激光腔结构, 以实现更短脉冲的激光输出, 将有望为高分辨率光谱、空间度量衡等领域的研究提供高性能的激光光源。

¹ 华东师范大学光谱学与波谱学教育部重点实验室, 上海 200062
² 中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800
李文雪¹, 潘海峰¹, 郝强¹, 丁良恩¹, 曾和平^{1*}, 赵广军², 严成锋², 苏良碧², 徐军²
收稿日期: 2006-07-05; 收到修改稿日期: 2006-07-07

* 国家杰出青年基金 (10525416, 60425516), 国家自然科学基金 (60478011, 60544003) 和教育部重点项目 (104193) 资助课题。

** 通信联系人。E-mail: hpzeng@phy.ecnu.edu.cn