

文章编号: 0253-2239(2006)05-0799-2

半导体激光器抽运新型高效、调谐 Yb:LYSO 激光器*

徐世祥¹ 李文雪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

(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)

摘要: 报道了以掺 Yb 介质硅酸镧钪晶体为增益介质的激光行为。在自由运转的条件下, 在 1086 nm 的中心波长处用 2.5% 的输出耦合镜得到 7.8 W 的连续激光输出, 相应的斜效率为 64%。利用 SF14 棱镜作为腔内调谐元件, 激光输出的调谐范围为 1014~1091 nm。

关键词: 激光器; 半导体激光器抽运; 调谐; Yb:LYSO 晶体

中图分类号: TN248 文献标识码: A

Laser Diode-Pumped Efficient Tunable Yb:LYSO Laser

Xu Shixiang¹ Li Wenxue¹ Hao Qiang¹ Ding Liangen¹ Zeng Heping¹

Zhao Guangjun² Yan Chengfeng² Su Liangbi² Xu Jun²

(¹ Key Laboratory of Optical and Magnetic Resonance Spectroscopy, and Department of Physics, East China Normal University, Shanghai 200062)
(² Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, the Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

Abstract: We demonstrate continuous-wave laser action in a Yb³⁺-doped lutetium Yttrium oxyorthosilicate (Yb_xLu_yY_{1-x-y})₂SiO₅ (Yb:LYSO) crystal (0.001 ≤ x ≤ 0.5, 0 ≤ y ≤ 0.8). In the free-running operation, we obtained an output power as high as 7.8 W centered about 1086 nm for a 2.5% output coupler, corresponding to a slope efficiency of 64%. Using a SF14 prism as an intracavity tuning element, the tunability of the Yb:LYSO laser in the spectral range of 1014~1091 nm has been achieved.

Key words: laser device; laser diode-pumped; tunable; Yb:LYSO crystal

因为掺 Yb 离子的晶体具有准三能级结构特点, 在实现激光输出时有较高的量子效率, 所以与掺 Nd 离子的晶体相比, 它展现出了更好的热导效应, 更适合于作为高功率 InGaAs 二极管抽运下的激光增益介质。另外很多掺 Yb 的晶体都具有很宽范围的荧光发射谱, 所以这种晶体更有潜力成为 1 μm 波段的可调谐以及超快激光光源的增益介质。目前成功使用掺 Yb 的晶体作为增益介质的飞秒激光振荡器已有很多报道^[1~3]。

Yb 离子占据基质中低对称性的格位或多种格位非常有利于 Yb 吸收和发射光谱的宽化。而稀土正硅酸盐介质 Y₂SiO₅ (YSO) 和 Lu₂SiO₅ (LSO) 同属于低对称性的单斜晶系 C2/c 空间群结构, 晶格中具有两个稀土格位(6 配位和 7 配位)。本实验采

用的晶体是 Yb:LYSO, 它是由中国科学院上海光学精密机械研究所徐军小组最新研制生长的。Yb:LYSO 晶体具有良好的生长特性, 可生长的晶体尺寸较大、热导率较高, 并且具有很高的光学质量, 掺入其中的 Yb 离子的吸收和发射峰非均匀加宽, 有利于实现宽带可调谐发射。

本文使用半导体激光器抽运 Yb:LYSO 晶体实现在 1086 nm 波段的激光输出。实验中采用的是半导体激光器端面抽运的平-平腔结构。抽运光源为中心波长为 974 nm 的光线耦合输出的半导体激光器。其耦合光纤的芯径和数值孔径分别是 400 μm 和 0.22。通过 1:1 光学成像系统抽运光在激光晶体上的光斑直径约为 400 μm。所用的 Yb:LYSO 晶体, 垂直切割、两端面镀 1020~1120 nm 的增透

* 国家自然科学基金(10374028, 60478011)资助课题。

收稿日期: 2006-02-24; 收到修改稿日期: 2006-03-23

膜,通光长度为 2 mm, Yb 的掺杂原子数浓度为 5%。晶体对抽运光的吸收系数的测量值为 0.085 cm^{-1} 。晶体由铝箔包裹固定于铜质的水冷系统上。晶体冷却温度为 $14 \text{ }^\circ\text{C}$ 。谐振腔由两面平面腔镜组成。抽运腔镜两表面均镀有抽运光波段的增透膜,总透过率大于 80%,其内表面镀有 1020 ~ 1200 nm 的高反膜。两镜片之间的距离约为 50 mm。图 1 为所测量到的激光输出功率和所对应的被吸收的抽运功率的实验曲线。可见, $T=2.5\%$ 的输出耦合镜最适用于本激光器的激光输出。激光输出的斜效率为 64%。当被吸收的抽运功率为 15.3 W 时,采用 $T=2.5\%$ 的输出耦合镜,可以得到

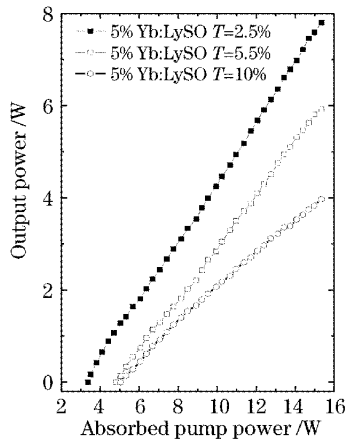


图 1 激光输出功率随着吸收抽运功率的变化曲线
Fig. 1 Yb: YSO CW laser output power as a function of absorbed pump power

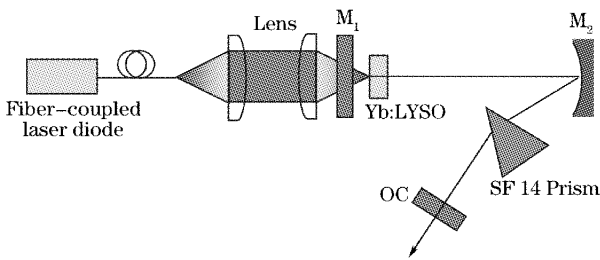


图2 实验装置图
Fig. 2 Experiment cavity setup

7.8 W 的激光输出,对应的光-光转换效率为 51%,此时激光输出中心波长为 1086 nm。

采用如图 2 的实验装置,输出耦合镜仍为 $T=2.5\%$,当吸收抽运功率为 14.2 W 时,实现了该激光器的调谐运转。实验结果如图 3 所示。激光振荡可以从 1014 nm 到 1091 nm,连续调谐带宽达 77 nm。

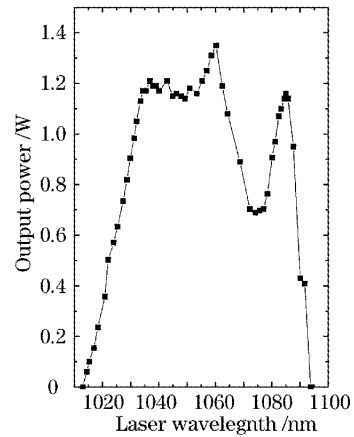


图 3 Yb:LYSO 的调谐曲线

Fig. 3 Tuning curve obtained with an intracavity dispersive prism for Yb:LYSO

本文报道了关于半导体激光器抽运 Yb:LYSO 晶体实现调谐激光运转。下一步工作将进一步改善激光运行参量,提高激光输出的性能。利用锁模的方法进一步实现 Yb:LYSO 晶体的飞秒脉冲激光输出也是我们的研究目标之一。

参 考 文 献

- 1 F. Brunner, G. J. Spühler, J. Aus der Au *et al.*. Diode-pumped femtosecond YbKGd(WO₄)₂ laser with 1.1-W average power[J]. *Opt. Lett.*, 2000, **25**(15): 1119~1121
- 2 F. Druon, S. Chénais, P. Raybaut *et al.*. Apatite-structure crystal, Yb³⁺ SrY₄(SiO₄)₃O, for the development of diode-pumped femtosecond lasers [J]. *Opt. Lett.*, 2002, **27** (21): 1914~1916
- 3 F. Druon, S. Chénais, P. Raybaut *et al.*. Diode-pumped YbSr₃Y(BO₃)₃ femtosecond laser [J]. *Opt. Lett.*, 2002, **27** (3): 197~199