

文章编号: 0258-7025(2007)05-0646-03

激光二极管抽运的 Nd:NYW/LBO 绿光激光器

王 巍¹, 刘忻钢², 刘英同¹

(¹ 长春理工大学, 吉林 长春 130022; ² 吉林省电子信息高级技术学校, 吉林 长春 130022)

摘要 报道了用激光二极管(LD)抽运的掺钕钨酸钇钠[Nd³⁺:NaY(WO₄)₂](简称 Nd:NYW)绿光激光器。腔内采用 I 类临界相位匹配 LBO(LiB₃O₅)作为倍频晶体, 阈值抽运功率为 410 mW, 在抽运功率为 1.5 W 时获得了 87 mW 的 530 nm 连续激光输出, 基频光-光转换效率大于 25%, 斜率效率为 7.98%。

关键词 激光技术; 绿光激光器; 激光二极管抽运; Nd:NYW 晶体; LBO 晶体

中图分类号 TN 248.1 文献标识码 A

Laser Diode Pumped Nd:NYW/LBO Green Laser

WANG Wei¹, LIU Xin-gang², LIU Ying-tong¹

(¹ Changchun University of Science and Technology, Changchun, Jilin 130022, China)
(² Jilin Electronics Information Technology College, Changchun, Jilin 130022, China)

Abstract A laser diode (LD) pumped Nd³⁺:NaY(WO₄)₂ (Nd:NYW) green laser is reported. LBO (LiB₃O₅) crystal intracavity with type-I critical phase matching was used for frequency doubling. The threshold pump power is 410 mW. The laser performance at 530 nm was carried out. The maximum output power of 87 mW was obtained with an incident pump power of 1.5 W. The slope efficiency has been determined to be 7.98% and the optical-to-optical efficiency is more than 25%.

Key words laser technique; green laser; laser diode pumped; Nd:NYW crystal; LBO crystal

1 引 言

近十年来,随着固体激光器在材料加工、光通信、遥感、医学、环境监测、精密计量等领域的广泛应用,促进了它在高效率、多波长、小型化、波长可调谐方向的发展。尤其是激光二极管(LD)抽运全固态激光器的发展,更加强了对激光器的工作物质——激光晶体的需求^[1,2]。

目前广泛使用的 Nd:YAG 激光晶体,它虽然兼有光学、机械、热学等方面的优良性能,但由于受晶体掺杂离子 Nd³⁺ 浓度的限制(原子数分数仅为 1.0%~1.1%),如增加浓度, Nd:YAG 晶体的浓度淬灭效应十分严重。这是因为在 Nd:YAG 中,采用 Nd³⁺ 离子替换 Y³⁺ 离子时, Nd³⁺ 离子半径为 0.112 nm,而 Y³⁺ 离子半径为 0.105 nm,两者的半径相差较大,而在高浓度掺杂时引起基质结构的局

域性畸变,导致晶体质量下降^[3],而且也容易开裂,这些都会极大影响其激光输出效率。

掺钕钨酸钇钠[Nd³⁺:NaY(WO₄)₂](简称 Nd:NYW)晶体的晶胞参数为 $a = b = 0.5202$ nm, $c = 1.125$ nm,属于典型的四方晶系白钨矿结构,在 810 nm 处有较高的吸收带,带宽为 10 nm(Nd:YAG 只有 1.5 nm),恰好与激光二极管的发射波长 808 nm 重叠,特别适合采用激光二极管抽运。另外由于 NYW 晶体结构的无序性,可以实现稀土离子的高浓度掺杂,有利于实现激光二极管抽运的固体激光器的高功率输出、集成化和小型化,促进了可调谐微片激光器的发展^[4,5]。Nd:NYW 晶体具有吸收峰宽、阈值低、增益大和效率高的优点,是继 Nd:YAG 之后又一个很有发展前景的新型激光晶体^[6],对这种激光晶体的生长和性能的研究成为当前的热点。

收稿日期:2006-11-02; 收到修改稿日期:2006-12-19

作者简介:王 巍(1970—),男,吉林省长春市人,助理研究员,主要从事激光晶体材料及固体激光器的研究。

E-mail: wwlwm@sina.com

2 实验装置

采用激光二极管抽运的 Nd:NYW/LBO (LiB_3O_5) 绿光激光器的实验装置如图 1 所示。抽运源采用额定输出功率为 2 W 的 810 nm 激光二极管。Nd:NYW 晶体尺寸为 3 mm × 3 mm × 2 mm, 2 mm 为通光方向, 掺杂原子数分数为 5%, 左端面在 810 nm 高透, 在 1000 nm 高反, 右端面在 1000 nm 增透。谐振腔采用平凹腔结构, 其输入镜的膜系: 平面在 810 nm 高透, 右端面在 1000 nm 高反。凹面曲率半径 $R = 50$ mm。谐振腔输出镜的膜系: 凹面在 1000 nm 高反, 在 530 nm 增透; 平面在 530 nm 增透。凹面曲率半径 $R = 50$ mm。倍频晶体尺寸为 2 mm × 2 mm × 10 mm, 是按 I 类临界相位匹配的绿光 LBO, 在 1000 nm 和 500 nm 增透。与 KTP 倍频晶体相比, 其具有走离角小、允许角大、相互作用长度长的优点, 易于获得更高的倍频效率^[7]。

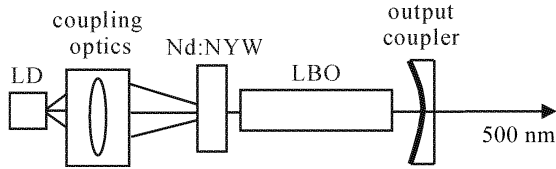


图1 激光二极管抽运 Nd:NYW/LBO 绿光激光器结构示意图

Fig. 1 Structure of LD pumped Nd:NYW/LBO green laser

3 实验结果与分析

通光长度为 2 mm 的 Nd:NYW, 对抽运光的吸收效率为 85%, 当抽运光波长改变时, 吸收率变化不大, 说明 Nd:NYW 吸收带宽较宽。

实验采用法国 JY 公司微区拉曼光谱仪测得倍频光输出波长为 530 nm, 光谱如图 2 所示。用美国 Coherent 公司 Field master 功率计对实验装置进行

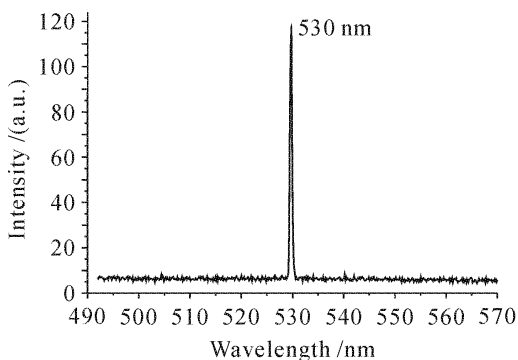


图 2 倍频输出光谱图

Fig. 2 Spectrogram of double frequency output

功率和稳定性测量, 测得激光输出功率及转换效率如表 1 所示, 绿光输出功率随抽运光的变化曲线如图 3 所示。1 h 绿光输出稳定性为 6.83%。

表 1 激光输出功率及转换效率

Table 1 Laser output power and conversion efficiency

Pumped power / mW	1500
Green laser output power / mW	87
Threshold / mW	410
Double-frequency optical-to-optical conversion efficiency / %	5.80
Slope efficiency / %	7.98
Fundamental frequency optical-to-optical conversion efficiency / %	>25

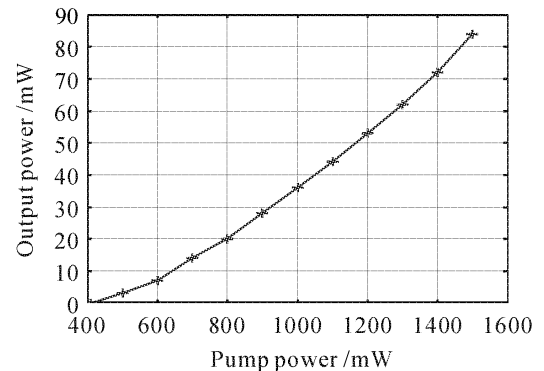


图 3 Nd:NYW 绿光激光器输出功率变化曲线

Fig. 3 Nd:NYW green laser output power curve

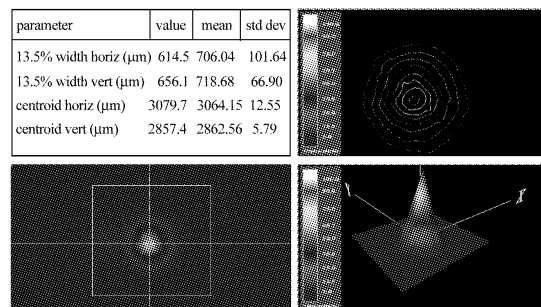


图 4 Nd:NYW 绿光激光器光斑测量图

Fig. 4 Nd:NYW green laser facula measurement curve

用美国 Photon 公司轮廓分析仪进行光斑及发散角测量, 测得激光输出为 TEM_{00} 模, 激光器出光口光斑约为 650 μm , 如图 4 所示。水平和垂直两个方向 M^2 因子均小于 1.2, 发散角小于 1 mrad。

用格兰棱镜进行偏振测量, 发现绿光输出具有很强的偏振性, 偏振比大于 100:1。

实验中, 由于激光晶体的长度和掺杂浓度与实验所采用的其他条件不是最优匹配, 倍频晶体的切割角度、膜系和谐振腔膜系与理想的 Nd:NYW 绿光激光器所要求的角度和膜系还有一些差别, 经过

优化以后的绿光输出会更高。另外,在1.5 W的抽运条件下未发现输出饱和现象,如果采用更高输出功率的半导体激光器作为抽运源,输出功率还能提高。故此实验装置在提高绿光输出功率方面还具有一定潜力。

4 结 论

报道了一种用激光二极管抽运的掺钕钨酸钇钠绿光激光器,采用 I 类临界相位匹配 LBO 作为倍频晶体,在 1.5 W 的抽运功率下,获得了 87 mW 的 530 nm 连续激光输出,基频光转换到绿光的光-光转换效率大于 25%,斜率效率为 7.98%。

参 考 文 献

- 1 Xu Shixiang, Li Wenxue, Hao Qiang *et al.*. Laser diode-pumped efficient tunable Yb:LYSO laser [J]. *Acta Optica Sinica*, 2006, **26**(5):799~800
徐世祥,李文雪,郝强等. 半导体激光器抽运新型高效、调谐 Yb:LYSO 激光器[J]. 光学学报, 2006, **26**(5):799~800
- 2 Li Haifeng, Zhou Rui, Zhao Pu *et al.*. 1386 nm continuous wave output from laser diode end-pumped 1386 nm Nd:YVO₄ laser [J]. *Acta Optica Sinica*, 2006, **26**(7):1069~1072
李海峰,周睿,赵璞等. 激光二极管端面抽运 Nd:YVO₄ 实现 1386 nm 连续波激光输出[J]. 光学学报, 2006, **26**(7):1069~1072
- 3 Mao Yanli, Deng Peizheng, Li Chengfu *et al.*. Flashlamp pumped Nd:KGW laser oscillator [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2002, **31**(4):485~488
毛艳丽,邓佩珍,李成富等. 闪光灯泵浦的 Nd:KGd(WO₄)₂ 激光器[J]. 光子学报, 2002, **31**(4):485~488
- 4 V. Volkov, C. Zaldo. Czochralski pulling of scheelite-type NaBi(WO₄)₂ single crystals [J]. *Journal of Crystal Growth*, 1999, **206**(1-2):60~64
- 5 Liu Jinghe, Ge Jianjun, Zhu Zhongli *et al.*. Nd:NaY(WO₄)₂ crystal growth by Czochralski method [J]. *Journal of Synthetic Crystals*, 2003, **32**(6):657~660
刘景和,葛建军,朱忠丽等. Nd:NaY(WO₄)₂ 激光晶体生长[J]. 人工晶体学报, 2003, **32**(6):657~660
- 6 Huang Yichuan, Qiu Minwang, Chen Guang *et al.*. Laser characteristics study of Nd³⁺:NaY(WO₄)₂ crystals [J]. *Chinese J. Quantum Electron.*, 1997, **14**(3):264~267
黄奕川,邱闽旺,陈光等. Nd³⁺:NaY(WO₄)₂ 晶体的激光性能研究[J]. 量子电子学报, 1997, **14**(3):264~267
- 7 Zheng Quan, Wang Junying, Xue Qinghua *et al.*. LBO frequency doubled CW red laser at 671 nm up to 1.8 W [J]. *Chinese J. Lasers*, 2005, **32**(1):9~12
郑权,王军营,薛庆华等. LBO 倍频 1.8 W 连续 671 nm 红光激光器[J]. 中国激光, 2005, **32**(1):9~12