

文章编号: 1007-5461(2004)03-0317-03

全固化微脉冲 Nd:GdVO₄ 激光器

龚传波, 陈长水, 张庆礼, 王爱华, 吴边, 殷绍唐

(中国科学院安徽光学精密机械研究所, 安徽 合肥 230031)

摘 要: 研究了在不同透过率被动调 Q 情况下, 全固态 Nd:GdVO₄ 激光器输出功率和脉宽随泵浦功率变化的关系, 在静态情况下得到了光光转换效率为 53% 的激光输出, 并且得到最小调 Q 脉宽 27.29 ns.

关键词: 激光技术; 被动调 Q ; 脉宽; Nd:GdVO₄

中图分类号: TN248.1 **文献标识码:** A

1 引 言

近年来 LD 抽运全固态激光器备受关注, 发展极为迅速, LD 泵浦能量转换效率高, 体积小, 结构紧凑, 稳定, 寿命长等优点, 因而具有广阔的应用前景^[1,2]。Nd:GdVO₄ 晶体因有众多优异特性而成为 LD 泵浦激光器的理想工作介质, 其主要优点^[3~5]: (1) 在 808 nm 附近具有宽而强的吸收带和商品化的 GaAsAl 激光二极管的发射波长相匹配, Nd:GdVO₄ 在 808 nm 峰值波长吸收峰值半宽为 1.6 nm, 是 Nd:YAG 的近 2 倍, 吸收截面是 Nd:YAG 吸收截面的 7 倍多, Nd:YVO₄ 的近 2 倍。(2) 大的发射截面, Nd:GdVO₄ 在 1064 nm 的发射截面为 $7.6 \times 10^{-19} \text{cm}^2$, 是 Nd:YAG 的 3 倍多, 与 Nd:YVO₄ 相当。(3) 长的荧光寿命, Nd:GdVO₄ 的上能级寿命为 100 μs , 有利于存储能量。(4) 高的导热率, Nd:GdVO₄ 的热导率为 $11.7 \text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, 比 Nd:YVO₄ 和 Nd:YAG 的热导率都高 (他们的热导率分别为 5.1 和 $11.1 \text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)。 (5) 可实现高浓度掺杂而不出现发光浓度猝灭。这些优点使 Nd:GdVO₄ 成为 LD 泵浦激光器和高功率激光器的理想工作物质。近年来引起人们的极大兴趣, 俄罗斯、美国、德国、日本、日本、瑞士、韩国等都在研究。由于 Nd:GdVO₄ 克服了 Nd:YAG 和 Nd:YVO₄ 这些缺点, 因而具有广泛的应用前景, 本文研究了在被动调 Q ^[6] 情况下激光输出功率、输出的频率和脉宽在不同调 Q 晶体透过率情况下的关系。

2 实验研究

2.1 实验方案

LD 端面泵浦^[7]Nd:GdVO₄ 激光器的实验装置如图 1 所示, 泵浦源采用的是北京半导体所生产的半导体光纤模块, 峰值波长为 809 nm, 光纤芯径为 1.1 μm , 数值孔径为 0.11, 经自聚焦透镜聚焦到 Nd:GdVO₄ 晶体的端面上, Nd:GdVO₄ 晶体一面镀 808 nm 增透膜和 1064 nm 全反膜, 晶体采取热沉法冷却, 晶体掺杂浓度 3.5 at %, 大小为

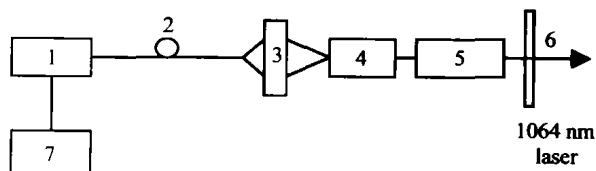


Fig.1 LD pumped passive Q -switched Nd:GdVO₄ Laser

1. LD 2. Optical fiber 3. Coupler 4. Nd:GdVO₄ Crystal 5. Cr⁴⁺:YAG 6. Output mirror
7. LD temperature controller

基金项目: 安徽省自然科学基金资助项目 (0104240); 中国科学院重点基金资助项目。

收稿日期: 2003-04-22; **修改日期:** 2003-05-28

E-mail: gongchuanbo@tom.com

5 mm×3 mm×3 mm。激光功率计是北京物理所生产的 LPE-1B, 示波器是美国泰克 TDS3052B。

2.2 实验结果

2.2.1 连续输出激光器

根据激光腔的理论设计^[8] 实验中的谐振腔长 $L=56$ mm, 输出镜为镀对 1064 nm 反射率 95% 的平面镜, 后腔镜为晶体后表面 (镀对波长 1064 nm 全反膜)。

激光器的输入输出特性曲线如图 2 所示。当泵浦功率为 3.15 W 时, 获得最大输出功率为 1.68 W, 光光转化效率为 53%。泵浦阈值功率为 0.51 W。

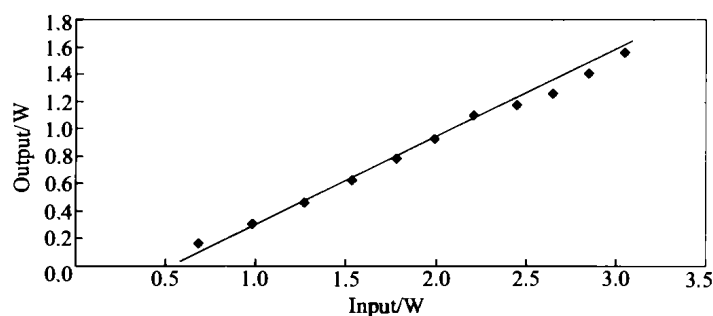


Fig.2 1064 nm CW laser output characteristics

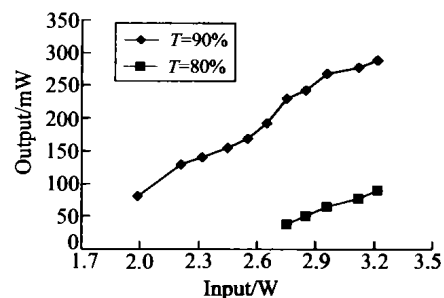


Fig.3 1064 nm Q-switched laser output characteristics

2.2.2 被动调 Q 激光器

实验研究了在泵浦功率为 3.21 W 时, 在调 Q 晶体 $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 透过率为 $T=80\%$ 和 $T=90\%$ 的情况下, 分别得到了输出重复率约为 10.12 kHz 和 35.58 kHz。激光器输出功率和泵浦功率的关系 (见图 3), 同时获得的最小脉宽分别为 56.33 ns 和 27.29 ns (见图 4)。



Fig.4 Temporal profile of Nd:GdVO₄ pulse. (a) pulse-width ($T=90\%$), (b) pulse width ($T=80\%$)

3 分析和讨论

由图 2 可以看出波长为 1064 nm 的激光输出和泵浦输入功率基本上成线性关系。在我们采用简单的热沉冷却时, 在泵浦功率上升为 2.21 W 后, 输出功率出现波动, 主要是由于晶体热效应引起的, 晶体热效应影响了激光的输出能量和输出质量。另外, 在实验中由于波长为 809 nm 的泵浦光输出功率不稳定等问题也影响了输出激光功率的稳定和脉冲宽度大小以及脉冲频率的稳定。实验中我们测定出控制泵浦源的温度变化一度, 激光的输出功率大约变化 50 mW, 但总体上反映了随着调 Q 晶体的透过率减小, 脉冲频率

和脉宽也逐渐变小。因为采取热沉冷却,所以在泵浦功率较大的情况,晶体冷却效果不太理想,输出的功率、频率和脉宽有波动。为了解决上述问题,我们采取了新的冷却方式,即在热沉上加循环水冷却,控制水的温度大约在 25℃,采取这样的冷却方式,前面说及的实验现象显著减少甚至没有,由此说明,在全固化激光器中,激光晶体的冷却非常重要。

参考文献:

- [1] Li Jian, He Yiliang, Hou Wei, *et al.* Large power pumped microchip solid-stated Nd:YVO₄ laser [J]. *Photoelectron. Laser*, 1999, 10(5): 395-396.
- [2] Chen Changshui, Chen Mingliang, *et al.* The research on all-solid microchip Nd:YVO₄ Laser [J]. *Chinese Journal of Quantum Electronics* (量子电子学报), 2003, 20(5): 544-546 (in Chinese).
- [3] Zhang Qinli, Yin Shaotang, Wang Aihua, *et al.* Crystal growth and spectral properties of Nd:GdVO₄ [J]. *Chinese Journal of Quantum Electronics* (量子电子学报), 2002, 19(4): 310-313 (in Chinese).
- [4] Jensen T, Ostoumov V G, Meyn J P, *et al.* GdVO₄ spectroscopic characterization and laser performance of diode-laser-pump Nd:YVO₄ [J]. *Appl. Phys. B*, 1994, 59: 373-379.
- [5] Studedikin P A, Zagnmenyi A I, Zavartsev Y D, *et al.* GdVO₄ as a new medium for solide-state lasers: some optical and thermal properties lasers: some optical and thermal properties of crystals doped with Cd³⁺, Tm³⁺, and Er³⁺ ions [J]. *Quantum Electronics*, 1992, 25(12): 1162-1337.
- [6] Wang Mingwei, Xing Cirong, Wang Qingyue, *et al.* Experimental study of Cr⁴⁺ YAG passive Q-switched on CW Nd:YAG laser [J]. *Chinese Journal of Lasers* (中国激光), 1998, 25(10): 872-876 (in Chinese).
- [7] Jin Jie, Jiao Qiang, Yao Jianquan, *et al.* Compare of a few assemble optic and its capability on large power LCD array longitudinal pump [J]. *Laser Journal* (激光杂志), 1998, 19(1): 19-22 (in Chinese).
- [8] Lü Baida. *Laser Optics* (激光光学) [M]. Sichuan University Press, 1992. (in Chinese).

Solid-state micro-pulsed Nd:GdVO₄ laser

GONG Chuan-bo, CHEN Chang-shui, ZHANG Qing-li,
WANG Ai-hua, WU Bian, YIN Shao-tang

(AnHui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: The relation of the solid-state Nd:GdVO₄ output power and pulse width with pump power variety, using different permeation-ratio Q-switched crystal was studied. We obtained the optical-optical transform efficiency of 53%, and the smallest pulse width of 27.29 ns.

Key words: laser techniques; passive Q-switching; pulse width; Nd:GdVO₄

作者简介: 龚传波 (1972 -), 中国科学院安徽光机所硕士研究生, 主要从事全固化激光器和多波长激光器研究。