

文章编号:100125078(2002)0320182202

被动调 Q 绿光激光器稳定输出方法的研究

郑 权¹,陈颖新¹,赵 岭²,钱龙生¹

(1. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所,吉林 长春 130022;

2. 中国科学院上海光学精密机械研究所,上海 201800)

摘 要:对一台 LD 泵浦的 CrYAG 被动调 Q 绿光激光器,采取 CrYAG 晶片按布氏角放置的方法控制用以引发 Q 脉冲形成的“噪声”,实现了绿激光脉冲的稳定输出。在泵浦功率 800mW 时,获得平均功率 48mW、脉冲宽度 26.7ns、重复频率 42.1kHz、峰值功率 42.7W 的绿激光脉冲输出,4h 工作脉冲能量、峰值和周期稳定性均优于 $\pm 0.5\%$ 。

关键词:LD 泵浦;CrYAG;被动调 Q;绿光激光器

中图分类号: TN248.1;TN248.34 **文献标识码:** A

Method of Stabilizing Passively Q-switched Green Laser Pulse

ZHEN G Quan¹,CHEN Yingxin¹,ZHAO Ling²,QIAN Longsheng¹

(1. Changchun institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Changchun 130022, China;

2. Shanghai institute of Optics and Fine Mechanics, Shanghai 201800, China)

Abstract: A LD pumped Nd:YVO₄/KTP, Cr:YAG passively Q-switched green laser in which Cr:YAG was also used as a Brewster plate to ensure the pulse stable, was reported in the paper. With 800mW incident pump laser, Q-switched green laser with average power of 48mW, pulse width of 26.7ns, repetition rate of 42.1kHz and peak power of 42.7W was obtained, with instability of less than $\pm 0.5\%$ within 4 hours.

Key words: LD pumped; CrYAG; passive Q-switch; green laser

1 引言

LD 泵浦的全固体激光器结构紧凑、效率高、寿命长,已经引起人们的广泛重视。尤其是调 Q 方式运转,具有脉冲宽度窄、峰值功率高、重复频率大等优点,在微加工、测距、遥感、激光雷达、数据存储、微外科等领域有广泛的应用。

相对主动调 Q 方式,全固化被动调 Q 激光器结构简单紧凑,无需任何外部驱动装置。近几年,具有良好物理化学性能的可饱和吸收晶体 CrYAG 的出现引起了国内外学者的极大兴趣^[1]。CrYAG 被动调 Q 方式已经在 LD 泵浦 NdYAG、NdYLF 和 NdS₂FAP 等激光器中成功地得到运用,输出了高重复频率脉冲红外激光^[2]。在 2000 年的 SPIE 会议上首次报道了用 1W 的 LD 泵浦 NdS₂FAP 晶体,经 KTP 晶体腔内倍频,获得平均功率 8mW,脉冲宽度 17ns,重复频率 12.5kHz 的调 Q 脉冲绿光输出^[3]。

我们曾报道了 LD 近贴泵浦 NdYVO₄/KTP/CrYAG 结构的高效率高重复频率被动调 Q 绿光激光器的实验结果^[4]。但由于是被动方式调 Q,得到的脉冲宽度、峰值功率、重复频率等重要参数都不稳定,限制了应用。

本文介绍了采用 CrYAG 布氏角放置来实现调 Q 脉冲稳定输出的简易方法,并在一台被动调 Q 绿光激光器上获得了脉冲能量、峰值和周期稳定性均优于 $\pm 0.5\%$ 的优良结果。

2 实现 Q 脉冲稳定输出的方法

从激光原理我们知道,调 Q 脉冲是由“噪声”引发建立的。因此,如果在被动调 Q 激光器中能够有效地控制“噪声”,则可能会获得能量、峰值和周期都相当稳定的 Q 脉冲输出。控制噪声的一种好的方法是迫使激光器单纵模运转,使每个 Q 脉冲均是由同一个纵模引发建立,从而具有相同的增益和发射效果^[5]。

选取纵模的方法很多,我们曾报道了由布氏片和双折射晶体 KTP 一起形成双折射滤光片在激光器谐振腔内的单纵模连续绿光激光器^[6]。这里简

基金项目:863 计划资助项目(863-Z35-2B)。

作者简介:郑 权(1973-),男,现在中国科学院长春光机所攻读博士学位,主要从事 LD 泵浦的大功率及高性能全固体激光器的研究,已经在国内外重要学术刊物上发表论文 30 余篇。

收稿日期:2001208229

单介绍一下其工作的基本原理(如图 1 所示)。

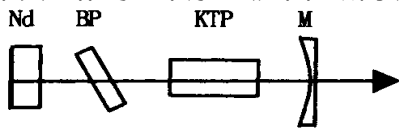


图 1 单纵模绿激光器谐振腔

NdYVO₄ 发出的光为线偏振光,由 Fresnel 定律可知,当腔内加入布氏片时,只有当其偏振方向与布氏片的 *p* 偏振面重合时损耗才为零。对 类临界位相匹配双折射晶体 KTP,作倍频使用时其光轴与晶面平行并与入射基频光的偏振方向成 45°角。当基频线偏振光通过 KTP 时分解为 *o* 光和 *e* 光,位相差 为:

$$= 2 d(n_o - n_e) / \lambda$$

式中, *d* 是 KTP 的长度, *n_o* 和 *n_e* 分别为不同纵模对应下 *o* 光和 *e* 光在 KTP 中的折射率, λ 为不同纵模对应下真空中的波长。根据上面的分析,只有对 $m = 1$,即返回到 BP 片的光偏振方向与原方向相同的纵模,布氏片对其损耗才为零。对其它纵模,则存在不同的损耗,布氏片恰通过对各纵模的选择性损耗实现了激光器的单纵模运转。在绿光脉冲激光器中,若 CrYAG 晶片按布氏角放置,就可以同时起到选择纵模的作用,从而实现调 Q 绿激光的稳定输出。

3 实验装置与结果

将未镀膜的 CrYAG 晶片按布氏角放置,可以同时起到被动调 Q 和选择纵模的双重作用。图 2 为实验装置示意图(含测量部分)。

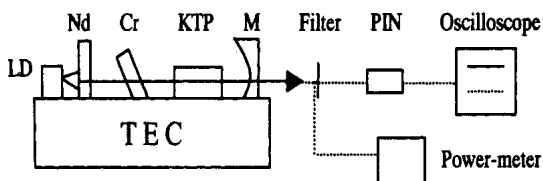


图 2 实验装置示意图

LD 是一只连续输出 1W 的国产 GaAlAs 量子阱激光二极管,近贴泵浦紧邻的 NdYVO₄ 晶体。通过热电制冷器 TEC 严格的温控,使其波长调节为 808.9nm,与 NdYVO₄ 的吸收峰重合,从而最大限度地利用泵浦光。TEC 同时对谐振腔内元件起制冷作用。

激光晶体 NdYVO₄ (厚 1.15mm,掺杂浓度 3at.%) 的左端面镀 808nm 增透和 1064nm 高反膜作为激光器的一个腔镜,右端面镀 1064nm 增透膜;调 Q 晶体 CrYAG (厚度 0.3mm,小信号通过率 $T_0 = 85\%$) 两面抛光,呈布氏角放置(布氏片的 *p* 偏振面应与 NdYVO₄ 的偏振发射方向重合);倍频晶体 KTP (2 × 2 × 9mm³, 类临界相位匹配) 两端均镀 1064nm 和 532nm 增透膜。输出平凹镜 M 左凹面(曲率半径 50mm) 镀 1064nm 高反膜和 532nm 增透

膜,右平面镀 532nm 增透膜。

测得泵光阈值约为 250mW。在注入泵浦功率为 800mW 时,得到平均功率 48mW、脉冲宽度 26.7 ns、重复频率高达 42.1kHz、峰值功率 42.7W 的调 Q 脉冲绿激光输出。图 3 为单脉冲波形,可以看出有很好的上升和下降沿。图 4 为单频绿激光 Q 脉冲的序列。在示波器上观察,脉冲波形和脉冲序列相当稳定。经测量,4h 内的脉冲能量、峰值和周期稳定性均优于 ±0.5%。

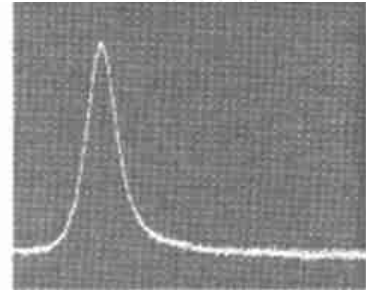


图 3 绿激光脉冲波形

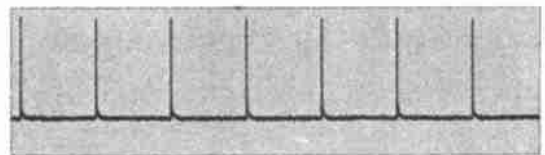


图 4 调 Q 绿激光脉冲序列

4 结 论

在连续激光二极管近贴泵浦 NdYVO₄、KTP 腔内倍频、CrYAG 被动调 Q 全固体脉冲绿光激光器中,若 CrYAG 晶片呈布氏角放置,兼有调 Q 和选模的双重作用,可以实现激光脉冲的稳定输出。该设计结构紧凑、效率高、重复频率大、稳定性好,易于产品化,具有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 冷雨欣,林礼煌,欧阳斌,等. CrYAG 晶体的激发态吸收研究[J]. 光学学报, 2001, 21(2): 225 - 227.
- [2] Y Shimony, Z Burshtein, Baranga Ben2Amar. Repetitive Q2switching of a cw Nd: YAG laser using Cr YAG saturable absorber[J]. IEEE J. Quant. Electron, 1996, 32: 305 - 310.
- [3] S Zhao, X Zhang, Q Wang. Diode2laser2pumped passively Q2switched Nd: S2FAP green laser [A]. Proc. SPIE, 2000, Vol. 3929: 261 - 265.
- [4] Zheng Quan. LD2pumped passively Q2switched NdYVO4 infrared and green lasers[J]. Optics & Laser Technology, 2001, 33(5): 355 - 357.
- [5] T Baer. Large2amplitude fluctuations due to longitudinal mode coupling in diode2pumped intracavity2double Nd YAG lasers[J]. J. Opt. Soc. Am. 1989, B3: 1175 - 1180.
- [6] 郑权, 檀慧明. LD 泵浦全固体单频 YVO4/KTP 绿光激光器研究[J]. 激光与红外, 2001, 31(4): 208 - 209.