

文章编号: 1005-5630(2005)02-0047-03

高频率微片自调 Q 激光器的研究*

胡 森, 陈 军, 陈光秒, 葛剑红

(浙江大学现代光学仪器国家重点实验室, 浙江 杭州 310027)

摘要: 利用自行设计的频率可调(10Hz~250kHz)的信号源, 驱动激光二极管(LD), 然后再利用 LD 对 Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG 微片晶体进行脉冲抽运, 获得了频率 10Hz~40kHz, 最窄脉宽到 40ns 的稳定的调 Q 激光脉冲输出序列。对输出激光脉冲与调制信号脉冲的占空比关系进行了比较和分析, 取得了良好的效果。

关键词: LD 抽运; 微片激光器; 调 Q; Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG 晶体

中图分类号: TH248.3 **文献标识码:** A

The research of high frequency self-Q-switched micro-chip laser

HU Miao, CHEN Jun, CHEN Guangmiao, GE Jianhong

(State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract In this paper, we designed a pulse signal source whose repetition rate ranged from 10Hz to 40kHz to drive the LD. The LD output pulse is of 808nm in wavelength and same repetition rate. Then we can pump the Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG crystal chip by the LD pulse and get steady 1064nm sequence-pulse, also the rate ranged from 10Hz to 40kHz, and the narrowest width is 40ns. At last we compared and analyzed some problem about the sequence-pulse, got very good result.

Key words: LD pump; micro-chip laser; Q-switched; Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG crystalloid

1 引言

目前, 被动调 Q 的微片晶体激光器得到越来越广泛的利用。用连续泵浦实现的被动调 Q 光的重复频率虽然比较高, 但是其脉冲的重复频率不可调节且完全取决于晶体中 Cr^{4+} 的掺杂浓度及泵浦光功率强度。利用可调 LD 脉冲形式去抽运晶体的被动调 Q 激光器, 可以获得良好的可控制重复频率和脉宽的脉冲。这种激光器具有应用方便, 结构简单, 体积小和成本低的优点。无论在激光测距、遥感、非线性光学和材料加工等方面都具有非常广泛的应用前景。在实验中采用自行设计的频率和脉宽都可调节的信号源, 被动调 Q 晶体是 Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG 双掺杂晶体。和其他用来调 Q 手段相比, 掺 Cr^{4+} 离子的具有更好的光学、化学、热稳定性能以及大的吸收截面, 低的饱和强度和高的损伤阈值等优点。特别是掺 Cr^{4+} 的 YAG 晶体容易生长高质量和高掺杂浓度晶体的优点以及与激光增益介质掺到一起形成自调 Q 激光介质。

2 实验装置

自行设计的外调制驱动电源可以发出重复频率从 10Hz~250kHz 电脉冲信号, 占空比从小于 10% 到

* 收稿日期: 2004-08-04

作者简介: 胡 森(1982-), 男, 浙江永嘉人, 硕士研究生, 主要从事半导体激光器, 固体激光器技术方面的研究。

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

大于 90%，最小脉宽 50ns。

LD 是由上述的激光电源驱动，但由于受到本身限制，故发出脉冲重复频率只能从 10Hz~ 40kHz，其频率和占空比可按外电源调节。

图中的 L1 为自聚焦透镜，将泵浦光会聚到晶体中的小范围内以形成高能量密度的抽运区，以获得实验所需要的光功率密度。

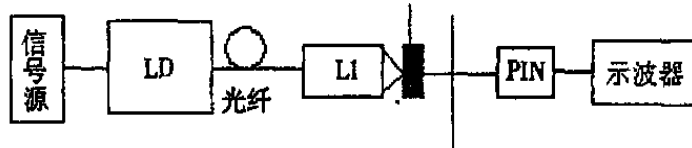


图 1 实验装置

实验所用的晶体是双掺的 Cr^{4+}, Nd^{3+} YAG 晶体, Cr^{4+} 掺杂浓度较低, 其尺寸为 $6mm \times 1.1mm$, 前表面镀有波长 808nm 的增透膜和 $1.06\mu m$ 的高反膜 ($R > 99.8\%$), 后表面镀上反射率大于 90% 的 808nm 高反膜和 92% 的 $1.06\mu m$ 的高反膜。前后表面的平行度小于 2。晶体的折射率为 1.82, 这样前后表面可以形成腔长为 2mm 的微型谐振腔。其后表面是输出镜, F 为透 $1.06\mu m$ 的带通滤光片以便观察输出激光。

最后从晶体后表面输出的激光用 PN 管接收, 在示波器上显示其脉冲形状。

3 实验结果

脉冲泵浦方式常被用于实现有序可控的激光脉冲输出。为了获得可调谐的重复频率脉冲激光输出, 可以采用预泵浦加重复频率可调得脉冲调制电流的方法。给 LD 加上预泵浦电流, 使得激光晶体中的反转粒子数维持在一个较高的水平, 当再添加一个窄小的泵浦脉冲时谐振腔内就可以快速达到阈值, 激光晶体进行粒子数反转, 从而实现稳定可调的脉冲输出。实验中, 在电脉冲重复频率为 10Hz~ 40kHz 情况下对 Cr^{4+}, Nd^{3+} YAG 晶体进行了测试。在将晶体中的反转粒子维持在一定水平的情况下, 信号源发出的电脉冲信号接入 LD, LD 出来的光脉冲对晶体进行抽运。于是在晶体后端输出出来的是与输入的电脉冲信号同频率的激光脉冲。

在实验中, 当信号源的频率从 10Hz~ 40kHz 的时候, 微片晶体中都有很好的稳定的脉冲输出。(实际中发现当调制频率超过 40kHz 时, LD 无法响应调制而自动保护)

在图 2 中所示, 上面部分是信号源的电脉冲信号, 周期 $T = 40.0\mu s$, 频率是 25kHz, 占空比是 49.06%, 脉宽是 $19.6\mu s$ 。预泵浦电流 8 A, 脉冲电流是 9.2 A。下面部分是晶体调 Q 脉冲波形。

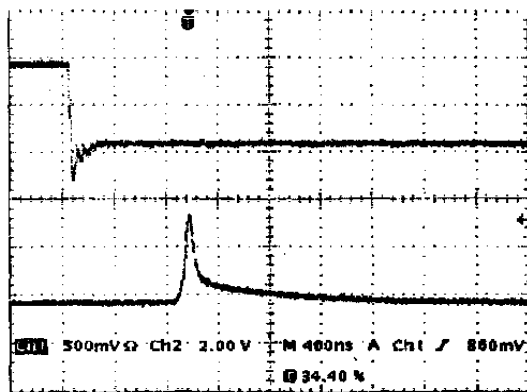


图 2 电流脉冲周期 $T = 40.0\mu s$, 脉宽是 $19.6\mu s$, 示波器阻抗 50Ω

图 2 中显示, 每一个电脉冲对应一个光脉冲, 其重复频率都保持了一定的稳定性。

图 3 中两图是同一个状态下脉冲序列整体图和单个脉冲的形状。脉冲电流信号源 $T = 140\mu s$, 脉宽 = $17\mu s$, 预泵浦电流是 8 A, 脉冲泵浦电流是 9.3 A。A 图的示波器输入阻抗是 $1M\Omega$, B 图的示波器输入阻抗是 50Ω。所示的都是稳定的波形。两图中图上方表示的是加在 LD 上的电脉冲的波形。在图 3(a) 的激

光脉冲中可以看出长时间输出的脉冲的稳定性很好, 在图 3(b) 中可以看出单个脉冲的脉宽为 80ns

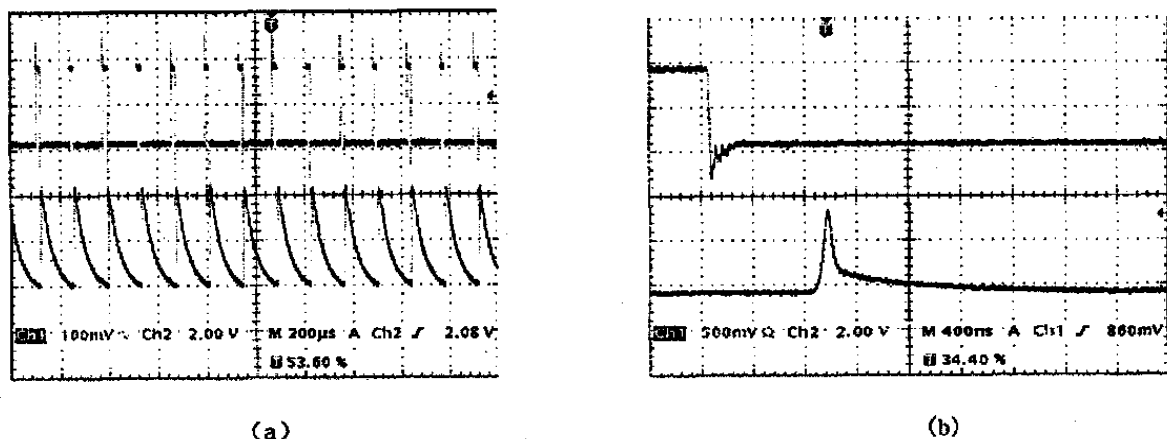


图 3 $T = 140\mu\text{s}$, 脉宽 = $17\mu\text{s}$, 预泵浦电流是 8 1A, 脉冲泵浦电流是 9 3A

(a) 激光脉冲序列; (b) 单个脉冲的情况。

在图 2 和图 3 两个图之间还可以发现, 在图 2 中光脉冲相对电脉冲有前沿有一定延迟, 在图 3 中光脉冲的位置相对电脉冲的下降沿有一定延迟, 这是因为在图 2 中预泵浦电流值, 脉冲泵浦电流的值和泵浦电流脉宽都较图 3 大的缘故。

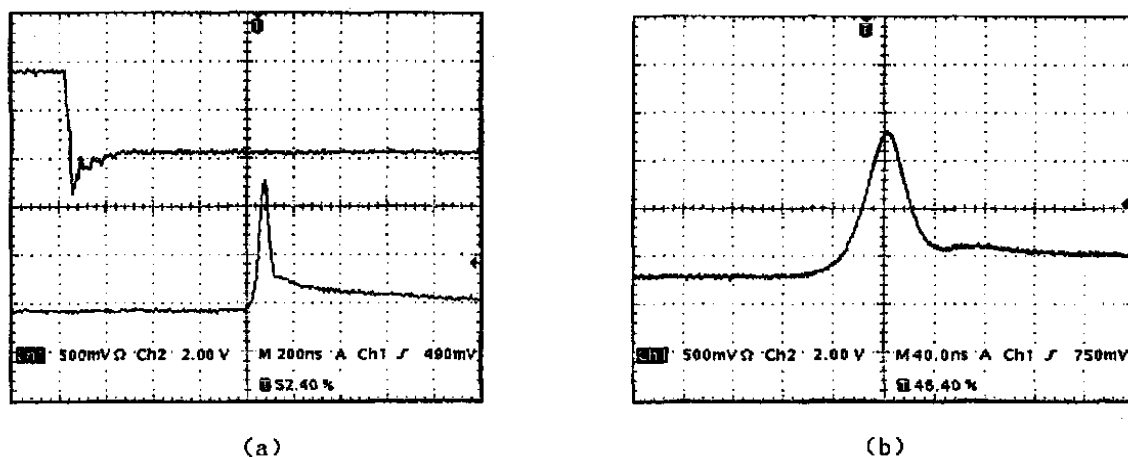


图 4 电信号 $T = 140\mu\text{s}$, 脉宽 = $17\mu\text{s}$, 基电流为 8 1A, 脉冲电流为 10 1A

(a) 稳定单个脉冲图; (b) 脉宽为 40ns。

上面两图是实验中做到的稳定的最短脉冲, 其脉宽为 40ns。从图中可以看出并没有出现多脉冲情况, 由此知道, 在对信号源频率以及 LD 泵浦源电流可控的情况下是可以避免多脉冲的出现的。

4 结 论

实验证明, 对于 Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG 晶体, 完全做到了对其输出激光的脉宽和周期有效的控制。输出的脉冲有脉宽窄, 高重复频率, 稳定等优良特性。此类激光器由于体积小, 性能好, 出光容易, 结构简单等性能将在小型化及仪器中有广泛的用途。

5 参考文献

- [1] 蓝信钜, 等 激光技术[M]. 北京: 科学出版社, 2000 68~ 103
- [2] 马养武, 王静环, 等 光电子学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2002 63~ 73
- [3] 陈 军, 葛剑虹, 周 涛, 等 LD 泵浦的 Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG 自调 Q 激光器研究[J]. 强激光与粒子束 2000, 12(1): 1~ 5
- [4] 周 涛, 陈 军. 激光二极管端面连续抽运的 Cr^{4+} , Nd^{3+} YAG 微片激光器输出特性研究[J]. 光学学报 2003, 23(4): 455~ 459
- [5] 陈 军, 吴晓冬, 周 涛. 二极管泵浦双掺杂 YAG 微片自调 Q 激光器[J]. 强激光与粒子束 2002, 14(6): 841~ 845