

## 灯泵钛宝石激光性能的实验研究\*

张永梅

余吟山

(南京航空航天大学理学院, 南京, 210016) (中国科学院安徽光学精密机械研究所, 合肥, 230031)

摘要: 研究了影响双预燃灯泵钛宝石激光器输出的因素, 结果表明, 合适的预燃电流和优质的钛宝石晶体对提高激光效率是非常重要的。

关键词: 钛宝石激光 闪光灯泵浦 预燃

### Experimental study on flashlamp-pumped Ti: Sapphire laser

Zhang Yongmei

(College of Science, NUAA, Nanjing, 210016)

Yu Yinshan

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Hefei, 230031)

**Abstract:** The Ti: Sapphire laser is an useful in laser spectroscopy, laser chemistry, laser remote sensing, lidar, etc. In order to obtain high energy output, we have been successfully developed a double-simmer flashlamp pumped Ti: Sapphire laser. The experimental results show that the higher simmer current can improve the pumping rate, and the larger diameter laser rod has higher slope efficiency. In our system, the slope efficiency of the laser is 0.346% for  $\phi 10$  laser rod.

**Key words:** Ti: Sapphire laser flashlamp-pump simmer current

## 引 言

钛宝石激光由于波长范围宽、稳定性好等优点, 因而在激光光谱、激光化学、激光遥感、光

\* 航空高校自选课题基金资助。

焊接速度、焦点位置及保护气体流量, 才能保证焊接质量;

(3) 采用小规范的焊接工艺是焊好钻头的有效途径;

(4) 采用在光路系统中增加一个反射镜的方法可以进行钻头的反面焊接, 解决了钻头因单面焊接结合强度不稳定的问题, 但这种方法不能焊接直径太小的钻头;

(5) 激光焊接金刚石取芯钻头的方法还不适应大批量生产, 生产率不高, 有待进一步改进。

### 参 考 文 献

- 1 Weber G. Industrial Diamond Review, 1991; (3): 126~ 128
- 2 唐霞辉, 朱海红, 朱国富. 中国激光, 1997; A24(2): 174~ 178

作者简介: 朱海红, 女, 1968 年 3 月出生。硕士, 讲师。现从事高功率激光加工的研究应用开发工作。

雷达、光计算以及医学领域有着广泛的应用<sup>[1]</sup>。早期的钛宝石激光器多采用激光泵浦,结构复杂,输出能量受到泵浦源的限制,因此,它的应用受到一定的限制<sup>[2]</sup>。闪光灯泵浦的钛宝石激光器具有结构简单、稳定性好、并能获得高能量等特点,受到人们的重视,其研究和发速度很快。1984年,美国 L. Esterowitz 研制成世界上第一台灯泵钛宝石激光器<sup>[3]</sup>。到目前为止,美国正式报道的激光输出已达到单脉冲能量 6.5J<sup>[4]</sup>。

我们致力于高能灯泵钛宝石激光器的研究,推进钛宝石激光器的实用化,已经成功地实现了双预燃闪光灯泵浦钛宝石激光器的运转<sup>[5]</sup>。同时,研究了影响激光输出的一些因素,为优化设计钛宝石激光器提供参考依据。

## 1 实验和讨论

实验中采用平平腔结构,腔长为 395mm。全反腔片和输出腔片(反射率 60%)均为平面基片镀宽带膜(730nm ~ 830nm)。钛宝石晶体为  $\phi 8\text{mm} \times 160\text{mm}$ (安徽光机所用提拉法生长,掺杂浓度为 0.1wt%, FOM 值大约为 200,有效泵浦长度为 152mm),能量由热释电型能量计接收,连到 COS5021 型 20MHz 示波器,读出相对强度。实验光路如图 1 所示,其中,1 为全反镜,2 为色散棱镜组,3 为钛宝石棒( $\phi 8\text{mm} \times 160\text{mm}$ ),4 为输出镜,5 为反射镜,6 为透镜,7 为光栅单色仪,8 为光电倍增管,9 为示波器。

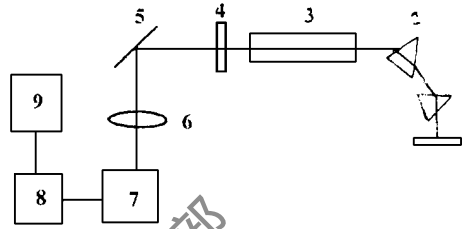


Fig. 1 Layout of experimental setup

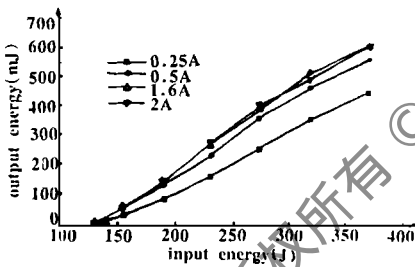


Fig. 2 Output energy vs input energy with different simmer current

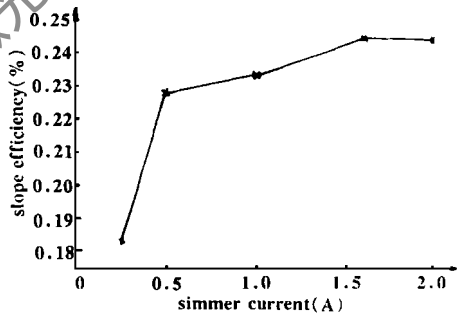


Fig. 3 Slope efficiency of the laser

### 1.1 预燃

激光器采用闪光灯横向泵浦,并把预燃技术应用于闪光灯的放电回路。分别在不同的预燃电流下研究输出能量与泵浦能量的关系。实验结果如图 2、图 3 所示。预燃电流能改变闪光灯的放电特性,当预燃电流较大时,闪光灯放电脉冲前沿较陡,泵浦速率较高,所以,获得的激光输出能量较大。

### 1.2 晶体尺寸

我们两根钛宝石棒,都是用提拉法生长的,掺杂浓度和 FOM 值基本相同,仅截面大小不同,分别是  $\phi 8\text{mm}$  和  $\phi 10\text{mm}$ 。在其它条件都相同时,分别测

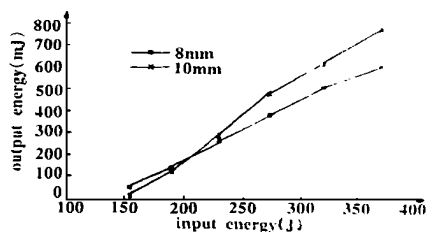


Fig. 4 Output energy vs input energy of two Ti sapphire rods

出两棒的输入-输出曲线,并由此计算斜率效率,见图 4。由图可见,采用  $\phi 10\text{mm}$  样品所获得的单脉冲能量比  $\phi 8\text{mm}$  样品的高,激光的斜率效率也高(分别是  $\phi 10\text{mm}$ : 0.346%;  $\phi 8\text{mm}$ :

0.24%)。所以, 优质大尺寸钛宝石晶体对提高灯泵钛宝石激光的效率具有重要意义。从图中我们也发现  $i 10\text{mm}$  比  $i 8\text{mm}$  的泵浦阈值高。

### 1.3 紫外光

闪光灯泵浦的钛宝石激光器存在的主要问题, 就是在闪光灯脉冲放电过程中产生大量的紫外光<sup>[3]</sup>。钛宝石在紫外波段存在一个强烈吸收带, 钛宝石吸收大量的紫外光, 必然会使温度升高, 在晶体内形成温度梯度和折射率梯度。所以, 紫外光对钛宝石晶体是极为有害的。开始没有采取消紫外措施, 激光非常不稳定。为了减少紫外光对钛宝石晶体的损害, 在激光器上加上紫外滤光管, 这样, 激光器才能有效运转。

如果能设法把紫外光转换成钛宝石主吸收带内的可见光, 就不仅能够减少紫外光对钛宝石棒的损害, 而且可以提高激光效率。所以, 有些激光系统中使用荧光转换剂。现在普遍使用的荧光转换剂是染料液。但是染料有一个严重缺点, 即在光照下容易分解, 使用寿命短<sup>[3]</sup>。我们的激光器没有采用荧光转换剂, 主要是从实用角度考虑, 避免用户频繁更换染料的麻烦。此外, 冷却的不均匀、不充分, 以及色散元件的插入, 都会影响激光输出, 在设计激光器时要具体考虑。

## 2 结束语

我们从灯泵钛宝石激光的实用角度出发, 对影响钛宝石激光输出的主要因素进行了实验研究, 结果表明, 采用预燃技术, 能够提高激光输出能量。随着泵浦能量的增加, 激光能量呈线性增加, 只要能提高泵浦能量, 就可以获得更高的激光能量。在泵浦能量相同时, 适当的水冷条件和消紫外方法, 尤其是优质、大尺寸钛宝石晶体, 能够显著改善激光性能, 提高激光效率。随着泵浦技术和激光技术的发展, 钛宝石激光器向小型化、全固化和高能量方向发展, 必将对其它科研领域的发展产生积极的影响。

我们大部分工作是在安徽光机所完成的, 在此感谢激光工程中心的同志给予的支持和帮助。

### 参 考 文 献

- 1 Carts Y A. L F World, 1989; 29(9): 73
- 2 Steels T R, Gerstenberger D. C. Opt Lett, 1991; 16(6): 399
- 3 Sterowitz L E, Allen R, Khattak C P. Springer Series in Optics Sciences, 1985; 51: 73~ 75
- 4 Brown A J W, Fisher C H. IEEE, 1993; QE29(9): 2513
- 5 张永梅, 余吟山. 光学精密工程, 1996; 5(5): 21

作者简介: 张永梅, 女, 1971 年 6 月出生。硕士, 讲师。主要从事激光、非线性光学方面的研究。

收稿日期: 1998-05-25

• 简 讯 •

## 纤维放大器

掺铒纤维放大器的工作电压在交流 220V~ 240V 范围内。该掺铒纤维放大器是双泵浦的, 在 1480nm 或 980nm 处, 其输出功率的典型值为 13~ 17dBm, 最大输出可达 20dBm。增益为 30dB。这种 220V~ 240V 单相直流放大器类似于公司早期的 12V 直流型, 是适用于 2U19 英寸安装架的仪器。

(王 姓 曹三松 供稿)