

钇玻璃激光被动 Q 开关实验研究

高剑波 陈德章 李名强 王 芸 卿光弼
(西南技术物理研究所,成都,610041)

摘要:报道了一种适用于钇玻璃的 $\text{Co}^{2+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ 可饱和吸收体 Q 开关,用这种开关进行了调 Q 实验。在注入 21J 时,获得 10mJ 输出,脉宽为 85ns。

关键词:Er 玻璃激光器 被动 Q 开关 实验研究

Experimental research of Er-glass laser passive Q switch

Gao Jianbo, Cheng Dezhang, Li Mingqiang, Wang Yun, Qing Guangbi
(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu, 610041)

Abstract: In our experimental research, $\text{Co}^{2+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ crystal was used as passive Q-switch for Er-glass laser. The output characteristics of the laser was the relative to input energy. When input energy was 21J, 10mJ of the output energy obtained, and the pulse width was 85ns.

Key words: erbium glass laser passive Q-switch experiment research

引 言

由于有对人眼安全、大气传输损耗低的特点,1.54 μm 钇玻璃激光在测距、光通讯和大气数据测量等方面有着广泛的用途。而且长的荧光寿命(6ms ~ 10ms),也使钇玻璃激光器适用于二极管泵浦,很多应用都要求高重复频率、高峰值功率的调 Q 脉冲。常见的钇玻璃调 Q 方法,如转镜调 Q、破坏全内反射调 Q 技术(FTIR)适用于低重复频率。用电光调 Q 可以获得高重复频率的调 Q 脉冲,但电光调 Q 半波电压较高,辅助电路较多。相对这些主动调 Q 技术而

言,被动调 Q 是一种简便的方法。

可饱和吸收体 Q 开关是利用开关材料的饱和吸收特性制成的被动开关,通常,调 Q 原理是这样的:置于

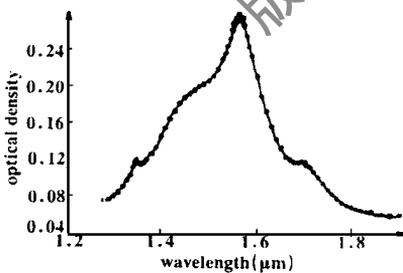


Fig. 1 Absorption spectra of $\text{U}^{2+}:\text{CaF}_2$

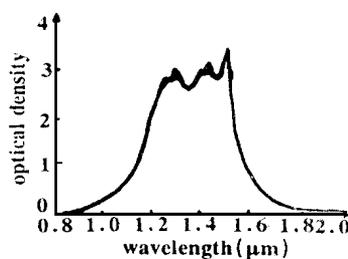


Fig. 2 Absorption spectra of $\text{Co}^{2+}:\text{Al}_2\text{O}_3$

谐振腔内的可饱和吸收体,由于开始时只吸收工作物质发生的较弱荧光,吸收强,透过率低,腔内损耗增大,Q 值很低,无法形成激光振荡。光泵继续作用,工作物质荧光变强,吸收体透过率逐渐增大,到一定数值时,吸收到达饱和值,光被全部透过。即吸收体突然被“漂白”而变得透明了。这时,腔内 Q 值猛增,产生激光振荡,并形成巨脉冲输出。有机染料是常见的可饱和吸收体调 Q 材料。近年来,针对 1.54 μm 这个波段,国外又发展了新的被动开关,如美国 Kigre

公司报道了 $U^{2+} : CaF_2$ 被动 Q 开关调 Q 实验。这种材料的吸收特性见图 1, 它的吸收峰值在 1580nm, 极靠近钇玻璃激光的中心波长 1535nm。俄罗斯用 $Co^{2+} : Al_2O_3$ 也得到了类似的开关。它的吸收特性见图 2。由图可见, 其吸收值在 1510nm 左右, 在 1.54 μ m 附近也有很强的吸收。我们用俄罗斯的 $Co^{2+} : Al_2O_3$ 被动 Q 开关进行了钇玻璃激光调 Q 实验, 取得了较满意的实验结果。

1 实验和结果

实验装置如图 3 所示, 其中, R_1 为全反镜, Q 为 $Co^{2+} : Al_2O_3$ 被动 Q 开关, Er 玻璃棒 $\phi 3\text{mm} \times 36\text{mm}$, R_2 为输出镜, 其反射率 $R = 80\%$, 脉冲氙灯气压 $1.1 \times 10^5 \text{Pa}$, 放电内径 $\phi 2.5 \text{mm}$, 弧长 36mm。被动开关初始透过率 89%, 饱和能量 $1 \text{J}/\text{cm}^2$, 谐振腔采用平-平腔。

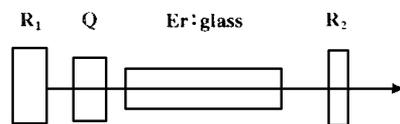


Fig. 3 Erbium laser experimental device with passive Q-switch

被动开关在使用时, 当注入能量过高, 易出现多脉冲, 对于钇玻璃采用长脉冲泵浦, 也是导致多

Table 2 The measuring results of single pulse (input energy 21J)

| | | | |
|--------------------|----|----|----|
| pulse width (ns) | 84 | 85 | 85 |
| output energy (mJ) | 7 | 10 | 7 |

脉冲泵浦, 也是导致多

脉冲的原因之一。实验开始时, 采用长脉冲泵浦。注入 24.5J 时, 出现多脉冲, 相邻两个脉冲之间相隔在 $100\mu\text{s} \sim 120\mu\text{s}$ 左右。用响应 1.54 μm 的探测器探测激光, 用数字存储示波器将扫描时基放在适当的档位, 在示波器上就能看到多脉冲。我们可以用示波器看到每次泵浦产生的多脉冲中最后一个脉冲的脉宽, 调整注入能量, 得到的结果见表 1。可见脉宽随注入能量的增减变化不大。为了获得单脉冲, 我们将输出镜的反射率由 80% 换为 78%, 逐步降低注入能量, 在注入 21J 时, 刚好出现单脉冲。在此情况下, 进行脉宽及输出能量测量, 结果见表 2。

Table 1 The measuring results of the double pulse

| | | | |
|------------------|------|------|------|
| input energy (J) | 24.5 | 26.0 | 28.1 |
| pulse width (ns) | 89 | 89 | 89 |

分析多脉冲产生的原因, 大致是在长脉冲泵浦情况下, 当注入能量足够高时, Q 开关在第一次完成“开关”动作后, 泵浦光还未结束, 高

Table 3 The comparison of the two materials experimental result

| material | sample | input energy | output energy | pulse width | mode structure | efficient |
|------------------------|--------|--------------|---------------|-------------|----------------|-----------|
| $Co^{2+} : U_2Al_2O_3$ | 89% | 21J | 10mJ | 85ns | mixed mode | 0.47% |
| $U^{2+} : Al_2O_3$ | 82.9% | 38J | 10mJ | 60ns | mixed mode | 0.26% |

能级的粒子数继续积累, 当腔内功率密度达到一定水平时, Q 开关再次被“漂白”, 激光又输出

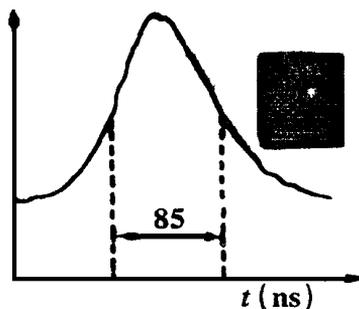


Fig. 4 Near-field spot and shape of pulse

一次。如此直到能量不足以维持开关打开, 输出时为止。考虑把泵浦光脉宽压窄的情况, 重新调整放电电路, 将泵浦光压窄至几百微秒, 此时, 由于泵浦脉宽与钇玻璃适宜泵浦脉宽相去较远。激光器静态输出效率明显下降。此时进行动态实验, 为了比较 Q 开关在两方式中泵浦脉宽下的输出情况, 将静态输出调至与长脉冲时注入 21J 的输出相近。这时, 注入能量为 28.1J。经测量未发现多脉冲。此时, 获得的脉冲宽度为 85ns, 能量 6.7mJ。最后, 我们将 Kigre 公司和我们的结果比较如表 3。

在注入 21J 时, 我们获得的单脉冲近场光斑和脉冲波形如图 4 所示。

溶胶-凝胶法在固体染料激光制备中的应用*

杨立楠 元以中 姚祖光

(华东理工大学精细化工研究所,上海,200237)

摘要: 固体染料激光性能优良,其制备方法有多种,溶胶-凝胶掺入法是其中较好的一种。但传统的溶胶-凝胶法还存在许多不利于制做固体染料激光的缺点。我们主要叙述了近年来发展的两种改性方法——有机改性硅酸盐法(ORMOSILS)和在溶胶-凝胶制备过程中掺入聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)法,并通过一系列的比较,说明有机改性硅酸盐的溶胶-凝胶法能更好的应用于固体染料激光的制备工艺中。

关键词: 固体染料激光 溶胶-凝胶法 有机改性硅酸盐 聚甲基丙烯酸甲酯

The application of sol-gel process in the preparation of solid-state dye lasers

Yang Linan, Yuan Yizhong, Yao Zuguang

(East China University of Science and Technology Research Institute of Fine Chemical, Shanghai, 200237)

Abstract: The solid-state dye lasers have many advantages. There are many ways to prepare them, and the sol-gel process is a better one. But there still have many disadvantages in the old sol-gel process which limits its application. This article discusses tow kinds of modified process——organically modified silicates (ORMOSILS) and incorporating polymethyl methacrylate (PMMA) into the sol-gel matrix. By comparison of laser performance of dye molecules in ORMOSILS and PMMA host, we can see that ORMOSILS are a better host for organic dyes in the preparation of solid-state dye lasers.

Key words: solid-state dye laser sol-gel ORMOSILS PMMA

*国家自然科学基金资助。

结 论

对照 Kigre 公司的实验结果可知,被动 Q 开关的初始透过率对脉宽影响较大,当降低初始透过率时,腔内损耗增大,反转粒子增多,初始功率密度提高,脉宽就窄下来了。被动 Q 开关会出现多脉冲,解决办法是降低注入能量,减小泵浦宽度。因样品较少,有待进一步实验。

参 考 文 献

- 1 Jiang Y S. SPIE, 1995; 2379: 26 ~ 31
- 2 兰信钜编著. 激光技术. 长沙:湖南科学技术出版社, 1981: 103 ~ 109
- 3 蒋亚丝. 光电子 激光, 1997; 8: 9 ~ 10

作者简介:高剑波,男,1973 年出生。助工。现从事光电子技术研究工作。

收稿日期:1998-07-21 收到修改稿日期:1998-09-04