

1.3 μm Nd^{3+} : YAG 脉冲激光器的特性与设计

罗售余 齐开国 张增明 范茹 李福利

(中国科技大学物理系, 合肥 230026)

提要 对 Nd^{3+} : YAG 1.3 μm 波段的脉冲激光器进行了特性分析和实验研制。尤其是输出腔镜的最佳透过率的选择, 谐振腔类型的选择, 以及与 1.06 μm 脉冲器件的比较和改造。文中给出了最佳透过率, 1.32 μm , 1.34 μm 两波长激光能量与输出镜透过率的关系等实验数据。

关键词 1.3 μm , YAG, 脉冲激光

由于光通讯的迅速发展, 促使人们寻找对光纤传输有最佳波长的通信光源。光孤子通信研究的兴起为人们描绘了实现超高码率、超长距离无中继通信的前景^[1]。用光纤压缩脉冲方法形成光孤子, A. S. Gouveila 等人已在 1.32 μm 波长处得到 33 fs 的超短光脉冲^[2]。另外, 使用红外光源的激光测距对人眼安全。因此, 人们很关心 1.3~1.56 μm 波段的激光器件研制。近年, 我们做了有关 1.3 μm 波长 Nd^{3+} : YAG 脉冲激光器的性能和特点的实验研究工作。

1 基本参数

Nd^{3+} : YAG 晶体属四能级系统。一般情况下, Nd^{3+} : YAG 激光器在室温下由 ${}^4F_{3/2}$ - ${}^4I_{11/2}$ 能级跃迁产生最强的 1.06 μm 波长振荡。采用适当的措施, 可使 1.3 μm 波段的 1.3188 μm [${}^4F_{3/2}$ - ${}^4I_{13/2}(x_1)$] 和 1.3382 μm [${}^4F_{3/2}$ - ${}^4I_{13/2}(x_3)$] 两谱线振荡^[3]。 Nd^{3+} : YAG 晶体的 1.3 μm 波段的两条发射谱线强度比其 1.06 μm 波长的要弱得多, 其发射截面与 1.06 μm 谱线的相比分别为 8.7 : 46, 9.2 : 46^[3]。

2 实验装置

我们采用了 $\phi 6.0 \times 85.0$ mm YAG 棒, 单椭圆腔单灯全腔水冷。平凹腔, 输出镜为平面镜, 其凹面镜曲率半径 r 为 1.5 m, 腔长为 520 mm。

3 实验结果

用上述的实验装置,再选择适当的输出镜的透过率,即可获得 1.3 μm 波长的激光振荡。图 1 是我们的实验结果,最佳透过率在 22% 附近。

在输出镜腔外放一块 1.06 μm 全反介质膜片(它对 1.3 μm 波段有较高的透过率),在此镜的后面,观察是否有激光输出。然后,再在光路上加上倍频晶体,经倍频输出红光 0.66 μm 或 0.67 μm 。由此判定,器件输出的是 1.3 μm 波长的激光。

对不同透过率的输出镜,采用 LEP-1A 型能量计测得该器件一组输入-输出能量的关系曲线,激光电源的储能电容为 100 μf ,见图 2 和表 1。

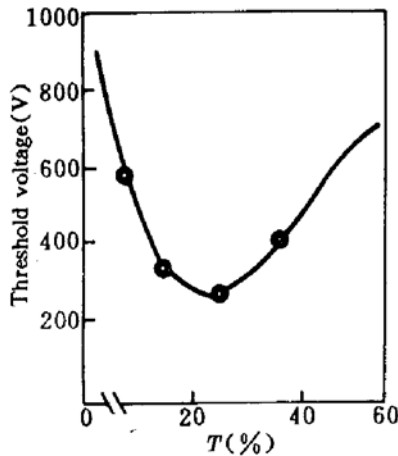


Fig. 1 The optimum transmission of output mirror

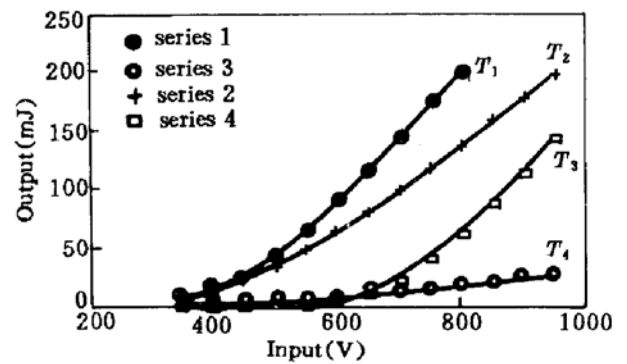


Fig. 2 The curves of output energy versus input energy of the 1.3 μm YAG laser for different output mirrors Y. The transmission of $T_1 \sim T_4$ are given in Table 1

Table 1 Transmission of the output mirrors

Wavelength (μm)	1.06	1.32	1.34
Transmission			
T_1	93%	15%	14.3%
T_2	91%	7%	6.5%
T_3	85%	0.4%	0.8%
T_4	88.5%	2.5%	3%

为了测定 1.3 μm YAG 激光的波长,实验中使用 WDG 30 型光栅单色仪和 Ge-PIN(峰值响应 1.55 μm)探测器进行了光谱测量。测得波长为 1.32 μm 和 1.34 μm 。这两条谱线即对应前文中的 1.3188 μm 和 1.3382 μm 两条激光谱线。

另外,输出腔镜的透过率在 1.32 μm 和 1.34 μm 处的相对大小(其实很不明显),对它的两个波长的激光能量有明显影响^[3],见图 3(纵坐标是两谱线激光能量的峰值大小)。

用示波器和 Ge-PIN 探测器观察到激光波形是典型的带有尖峰系列的自由振荡激光能量波形(图 4)。

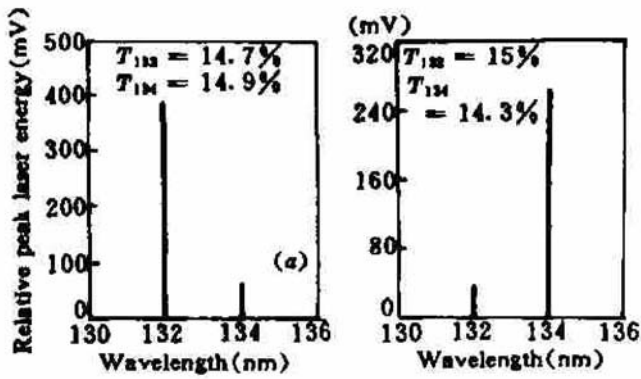


Fig. 3 The laser energy and the transmission of output mirror at wavelengths of 1.32 μm and 1.34 μm

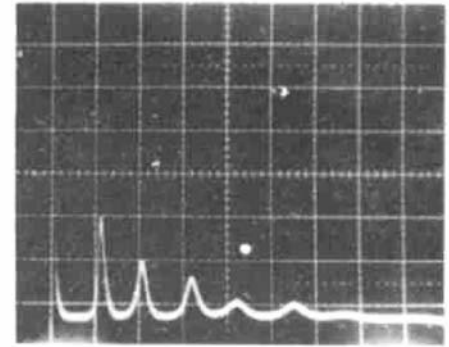


Fig. 4 Shows single tapered pulsed YAG laser oscillation at 1.3 μm

参 考 文 献

- 1 刘颂豪, 廖常俊, 金怀诚. 孤子激光器及其发展. 物理学进展, 1989, 9(3): 323
- 2 A. S. Gouveia-Neto, A. S. L. Gomes, J. R. Taylor. Generation of 33-fsec pulses at 1.32 μm through a high-order soliton effect in a single-mode optical fiber. *Opt. Lett.*, 1987, 12(6): 395
- 3 张秀荣, 吴光照. 1.3188 微米和 1.3382 微米钕铝石榴石连续激光器. 激光, 1982, 9(9): 594

Design and Characteristics of a Nd^{3+} : YAG Pulsed Laser at 1.3 μm

Luo Shouyu Qi Kaiguo Zhang Zengming Fan Ru Li Fuli

(Physics Department, University of Science and Technology of China, Hefei 230026)

Abstract A 1.3 μm YAG pulsed laser is set up and its characteristics is analysed. The considerations of the choices of the optimum transmission of output mirror and choice of model of cavity are described and compared with those of the 1.06 μm YAG pulsed laser. The optimum transmission, and the relation between output energy of the YAG pulsed laser and transmission of output mirror at 1.32 μm and 1.34 μm are given.

Key words 1.3 μm , YAG, pulsed laser