

# 微型钕玻璃激光器研究

钟 鸣 张向阳 韩 凯 王明秋 唐 军 左 研

(西南技术物理研究所, 成都 610041)

**摘 要** 报道了微型钕玻璃激光器的阶段性研究成果, 研究了在自由振荡情况下输出膜片反射率、氙灯气压以及激光电容的大小对激光输出的影响。采用电光调Q, 获得了8 mJ的巨脉冲输出; 采用转镜调Q, 获得了12 mJ的巨脉冲输出, 脉宽80 ns。

**关键词** 钕玻璃。

## 1 引 言

1989年, Gapontsev等<sup>[1]</sup>报道了掺镨、钇的钕磷酸盐玻璃激光器的静态研究结果, 当钕激光材料为 $\phi 3 \times 50$  mm时, 泵浦能量阈值为10 J, 效率达1.7%; 当激光材料为 $\phi 2 \times 35$  mm时, 泵浦能量阈值为4.5 J, 效率达1.3%。1991年, Denker等<sup>[2]</sup>报道了碱性硅硼磷酸盐玻璃作基质的钕玻璃激光材料, 在 $\phi 4 \times 75$  mm条件下, 泵浦能量阈值为22 J, 效率达2.5%, 最主要的是在重复频率运转特性方面有较大的改进。平均输出功率达2.45 W。1990年, Borkev等<sup>[3]</sup>报道了与文献[1]相同的钕玻璃激光材料的Q开关研究结果。在转镜调Q情况下, 采用 $\phi 4 \times 75$  mm的钕玻璃, 效率达0.27%,  $\phi 3 \times 50$  mm的钕玻璃, 效率达0.18%, 脉宽为50~80 ns。采用铌酸锂晶体电光Q开关,  $\phi 3 \times 50$  mm钕玻璃激光材料, 激光输出达25~30 mJ, 脉宽不详。美Kigre Inc.的系列钕激光材料已商品化, Ruikun Wu等报道了该公司钕玻璃激光器重复频率最大可达15 Hz, 输出能量5 mJ, 脉宽60 ns, 采用转镜调Q<sup>[4]</sup>。DeShazer报道了二极管泵浦钕激光器输出可达57 mJ, 脉宽26 ns, 重复频率3 Hz<sup>[5]</sup>。

在国内, 1991年祁长鸿等<sup>[6]</sup>报道了单掺、双掺乃至三掺的Li-Al磷酸盐玻璃的实验结果。其激光阈值为220 J, 当输入1 kJ电泵浦能量时, 获得了3 J的1.54  $\mu\text{m}$ 的激光输出。但至今尚未见到低阈值, 微型器件的报道。

因1.54  $\mu\text{m}$ 波长激光对人眼最安全, 且穿透烟雾性能较好, 故作为军用激光测距机的首选波长引起人们的重视。1986年, 美KEI Laser Inc.研制成模块化转镜调Q<sup>[4]</sup>手持式人眼安全钕玻璃激光测距机, 最大测程为6 km。1990年, 日本NEC Corp.研制成受抑全内反射Q开关手持式钕玻璃激光测距机, 测程达10 km<sup>[7]</sup>。因此, 钕玻璃激光技术将与获得1.5~1.6  $\mu\text{m}$ 人眼安全波长的另外两个技术途径——拉曼频移激光技术和光参量振荡技术一起, 相互促进, 相互竞争, 共同发展。

本文报道了作者最近研究的微型钕玻璃激光器阶段性成果。

### 2 自由振荡钕玻璃激光器输出实验

作者采用的钕玻璃激光材料分别为美 Kigre 公司产品 ( $\phi 3 \times 45$  mm, 双端增透, EG-1), 俄罗斯“IRE-POLUS”公司产品 ( $\phi 2.5 \times 35$  mm, 双端增透, EG-2)和西南技术物理研究所研制产品 ( $\phi 2.8 \times 45$  mm, 双端没有增透, EG-3)。采用小型玻璃双椭聚光腔, 以提高聚光效率, 同时在结构上保持小型紧凑。由于钕玻璃的吸收带近  $1 \mu\text{m}$ , 因此在氙灯设计上尽量使氙灯光谱特性“红移”, 采用高压 Xe, 200 kPa 脉冲氙灯。谐振腔采用平-平腔结构, 谐振腔长 20 cm。泵浦电源波型为半最大宽度:  $0.3 \sim 0.5 \mu\text{s}$  的钟型脉冲。

图 1 是三种钕玻璃材料的自由振荡输出曲线。

图 2 是两种反射率输出膜片的实验结果, 从图中可看出  $R = 74\%$  的输出膜片性能明显优于  $R = 90\%$  输出膜片。

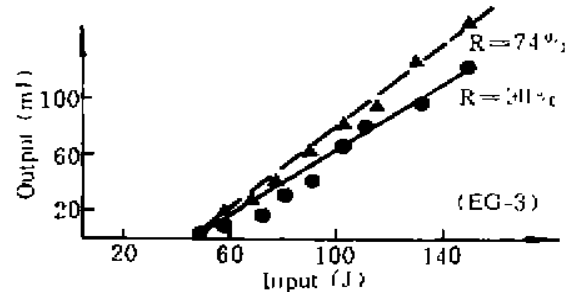
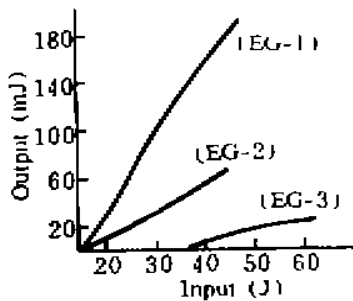


Fig. 1 Comparison of the lasing characteristics of active elements of EG-1, EG-2, EG-3

Fig. 2 Comparison of the output films of differential reflectivity

图 3 是不同压力的泵浦氙灯的结果。从图中亦可看出高压氙灯 (Xe; 200 kPa) 性能明显优于常压氙灯 (Xe; 40~54 kPa)。

图 4 为不同激光电容 (一为 220  $\mu\text{f}$ , 另一为 100  $\mu\text{f}$ ) 的实验结果。

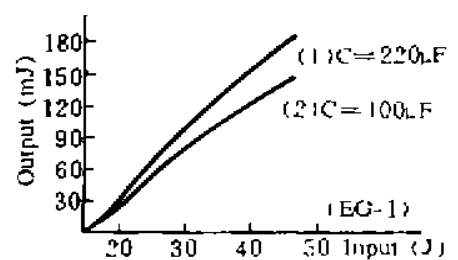
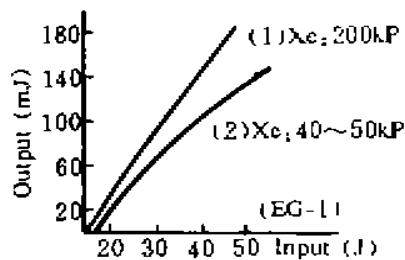


Fig. 3 The output comparison of two pressure pump lamps

Fig. 4 The lasing characteristics of different from capacitances

实验测得钕玻璃激光自由振荡包络宽度达 1.5 ms 以上, 比 YAG 自由振荡包络宽得多, 这也就决定了压缩钕玻璃激光比压缩 YAG 激光困难得多。

### 3 调 Q 钕玻璃激光器输出实验

对于钕玻璃激光器的调 Q 采用了两种传统的方式。

#### 3.1 电光调 Q 巨脉冲输出实验

光路如图 5 所示, 采用单  $45^\circ \text{LiNbO}_3$  晶体作为调 Q 元件, 在输入能量 27 J 情况下可得到

8 mJ 的巨脉冲输出, 近场光斑为典型的  $TEM_{11}$  模。

### 3.2 转镜调 Q 巨脉冲输出实验

转镜调 Q 采用直腔式光路, 当输入 63.7 J 时, 获得了 12 mJ 巨脉冲输出, 脉宽为 80 ns。曾采用棱镜直角腔二次加速方案进行实验, 由于阈值太高, 尚未出光。

**结束语** 本文报道了微型铒玻璃激光器的阶段性研究成果。初步实验表明, 因铒玻璃激光材料增益较低, 荧光寿命较长, 体现了与常用的 YAG 激光器一系列不同的性质。有关的研究工作仍在继续进行中。

西南技术物理研究所研制的铒玻璃激光材料由罗楚华研究员提供, 谨致谢意。

### 参 考 文 献

- [1] V. P. Gapontsev, A. K. Gromov, A. A. Izyneev *et al.*, Low-threshold erbium glass minilaser. *Soviet J. Quant. Electron.*, 1989, 19(4): 447~448
- [2] B. I. Denker, G. V. Maksimova, V. V. Osiko *et al.*, Investigation of the tasing capabilities of new erbium glasses. *Soviet J. Quant. Electron.*, 1991, 21(9): 964~966
- [3] I. L. Borob'ev, V. P. Gapontsev, A. K. Gromov *et al.*, Erbium minilaser oprating under free-running and Q-Switching conditions. *Soviet J. Quant. Electron.*, 1990, 20(9): 1065~1067
- [4] Ruikun Wu, M. J. Myers, J. D. Myers *et al.*, High repetition rate eyesafe Q-switched Er: glass transmitter, Presented at *CLEO/QELS'95*, Baltimore, Maryland
- [5] L. G. DeShazer, Eyesafe diode-pumped erbium lasers. *Proc. SPIE*, 2138: 2~4
- [6] 祁长鸿, 张秀荣, 蒋亚丝等, 磷酸盐玻璃中  $Er^{3+}$  离子的光跃迁和激光作用. *中国激光*, 1991, 18(1): 16~20
- [7] A. M. Johnson, Modular hand-held eyesafe laser rangefinder. *Proc. SPIE*, 1986, 610: 72~80
- [8] Kaoru Asaba, Tetsuo Hosokawa, Yoshio Hatsuda *et al.*, Development of 1.54  $\mu m$  near-infrared Q-switched laser. *Proc. SPIE*, 1990, 1207: 164~171

## The Investigation of the Erbium Glass Minilaser

Zhong Ming      Zhang Xiangyang      Han Kai

Wang Mingqiu      Tang Jun      Zuo Yan

(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu 610041)

(Received 3 November 1995)

**Abstract** In this paper we reported the experimental results of the erbium glass minilaser. Under free-running regime, we studied the influences of the reflection coefficients of the couple output mirror, the gasses pressure of the pump lamp, and the total capacitance of a storage bank on the output energy. By using a lithium niobate electrooptic switch, we gained giant pulses output of 8 mJ energy. And laser output pulses of 12 mJ energy and 80 ns duration was obtained by using a prism Q switching.

**Key words** erbium glass.

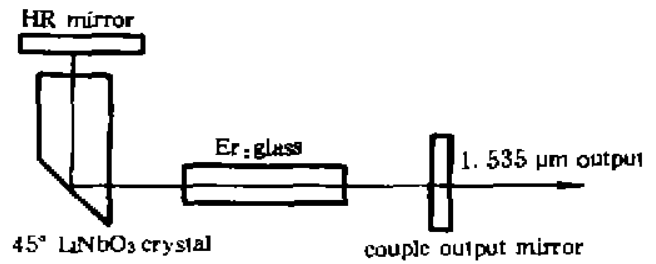


Fig. 5 The scheme of  $LiNbO_3$  electrooptic switch Er-glass minilaser