

通信

## N<sub>2</sub>激光器的改进研究

胡德敬

(同济大学物理系, 200092)

H. -J. Kunze, J. Maurmann

(德国波鸿·鲁尔大学天文和物理学系)

### Improvement of N<sub>2</sub> laser

*Hu Dejing*

(Physics Department, Tongji University, Shanghai)

*H. -J. Kunze, J. Maurmann*

(Department of Astronomy and Physics, Ruhr-University Bochum, Germany)

**Abstract:** This paper reports a N<sub>2</sub> laser filled with 95% N<sub>2</sub> and 5% SF<sub>6</sub>. Using the intracavity structure the output pulse energy and power are increased by a factor of over 50%. Its output energy per pulse is up to 24.3 mJ, pulse width >15 ns, energy fluctuation 2.8%, efficiency 0.05%.

**Key words:** SF<sub>6</sub>, water capacitor, intracavity laser

染料激光器通常需要一个高能量、长脉宽、窄带的泵浦光源,本文报道了一个为此而研究,且有较大改进的 N<sub>2</sub> 激光器。其特点是: 1. 氮气中加入了辅助气体 SF<sub>6</sub>; 2. 采用了表面为锯齿状的长直电极、电感量很小的水电容和低阻抗的大面积铜皮作连接导体; 3. 采用拆装方便、易于调节的内腔式放电管结构。

图 1 是激光器气路系统图。图中出口端的分子筛过滤器是用于吸收来自机械泵的油气。入口处的分子筛过滤器用于吸收混合气中的微量水分,这一点很重要。因为 SF<sub>6</sub> 虽是化学性质稳定的气体,但在含有微量水分的系统中,也会起化学变化,从而污染两端的石英输出窗口和镀铝全反镜。混合气入口处选在管长的 1/4 处和 3/4 处,其目的是尽量减少 SF<sub>6</sub> 对管端两镜的影响。激光器输出脉宽为 15~20 ns, 两端镜子间距约 1.5 m, 故部分激光可在管内来回反射 1~2 次,已不再具有单纯的超辐射性质。为此我们采用拆装方便、易于调节的机械装置来按放全反镜和输出镜,同时达到密封的目的。通过上述几个措施把原来用两块 4 mm 厚的石英片作倾斜封口的外腔式结构改为内腔式结构,从而输出能量和功率在不同条件下可提高 50~100%。

图 2 是激光管和水电容的横截面图。图中阴极表面为锯齿状,有利于快速和均匀放电,增加能量输出。两电极是用铜镍合金做成的,电极横截面宽度为 10 mm,极间距离为 38 mm,电极长为 1 m,放电体积 380 cm<sup>3</sup>。在脉冲重复频率 2 Hz, 未有预电离时,输出最大能量达

24 mJ, 体密度是  $0.063 \text{ mJ/cm}^3$ 。图中三块铜板和其间的 2 mm 厚的两次蒸馏水组成水电容, 通过大面积铜皮和阴极相连, 有利于快速均匀放电, 水电容容量为  $80 \sim 100 \text{ nf}$ 。

图 3 是电原理图。 $C_1$  是充电用低电感的薄膜电容, 容量为  $150 \text{ nf}$ 。 $C_2$  是用作能量转移的水电容。放电盒中通入灭弧冷却用的压缩空气, 有利于脉冲放电稳定。

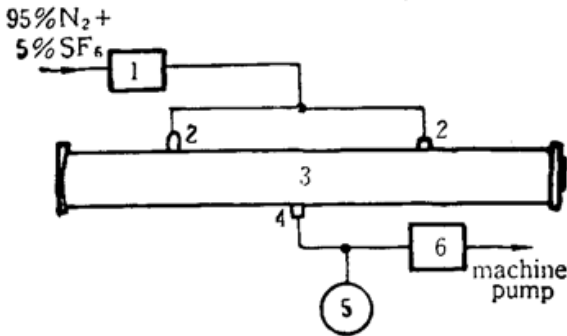


Fig. 1 Flow of  $\text{N}_2$  and  $\text{SF}_6$

- 1—filter; 2—input; 3—discharge tube;
- 4—output; 5—manometer; 6—filter

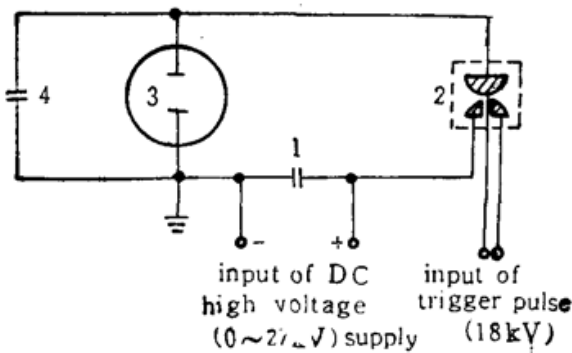


Fig. 3 Electric circuit of the laser

- 1—charge capacitor  $C_1$ ; 2—gap; 3—two electrodes
- of the laser; 4—water capacitor  $C_2$

在氮气中加入 10% 的  $\text{SF}_6$  后, 脉宽可延长 15% 以上, 输出能量大为提高。图 4 是加与不加  $\text{SF}_6$  气体两种状态下的输出功率的对比。加  $\text{SF}_6$  后, 输出能量的稳定性受影响。实验结果表明, 输出能量的稳定性随气压、电压的不同而有所变化。通常是气压低时, 如  $< 4.0 \text{ kPa}$ , 稳定性差一些。在充电电压  $25 \text{ kV}$ , 气压  $6.0 \text{ kPa}$ , 脉冲重复频率  $2 \text{ Hz}$  的条件下, 分四次取样, 每测 6 个脉冲间隙 6 个脉冲, 每次测读共 30 个脉冲。经计算, 输出能量为  $24.30 \pm 0.68 \text{ mJ}$ , 器件稳定度为 2.8%。激光器能量用 ED200 型热电换能器 ( $10.1 \text{ V/J}$ ) 和双线示波器测量。脉宽用快速光电二极管 (FND100Q 型) 及  $400 \text{ MHz}$  的示波器测量。器件效率约 0.05%。激光输出波长  $337.1 \text{ nm}$ 。

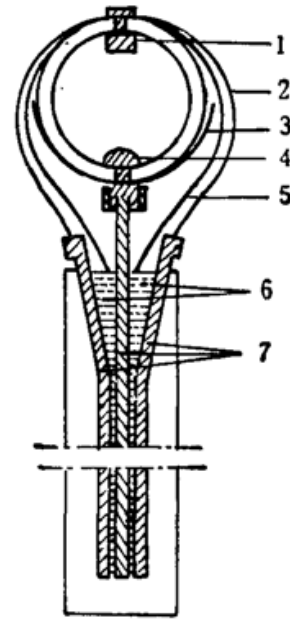


Fig. 2 Cross-section of the mechanical construction of the  $\text{N}_2/\text{SF}_6$ -laser

- 1—grooved cathode; 2—copper sheet; 3—copper screening;
- 4—anode; 5—mylar; 6—bidistilled water; 7—copper plates

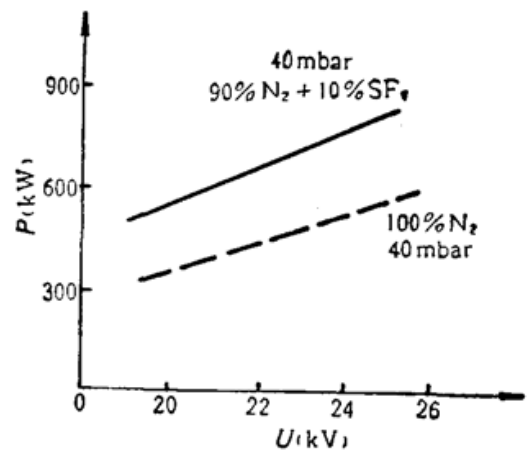


Fig. 4 Comparison of output power with or without addition of  $\text{SF}_6$