

# 用单块瓷体制作大气压氮分子激光器

**Abstract:** This paper reports the experimental research for atmospheric pressure nitrogen laser of short tube, with a single block ceramics as dielectric. When the laser discharge electrode is 5.8 cm in length, we got pulse energy of  $13\mu\text{J}$  at 100 Hz, with a maximum average power of 1.3 mW, pulse width of 0.8 ns, beam divergence of  $1.3 \times 3$  mrad.

大气压氮分子激光器不需要真空系统, 简化了结构和操作, 它输出的激光脉冲也比低气压时约窄一个量级, 虽然脉冲能量较小, 但仍可得到较高的峰值功率。已经有许多文献<sup>[2,3]</sup>报道了使用双面敷铜板或自制薄膜电容的平板式、卷筒式大气压氮分子激光器, 但是由于器件体积大或工作不稳定、寿命短而不利于推广应用。缩小体积、提高工作可靠性较好的方法是使用高介电常数的瓷体作介质。

## 一、结构原理

图1所示的激光器是利用一块瓷体作介质, 用两块金属放电电极平板S、P和金属外壳构成Blumlein脉冲形成线电路。壳内充以1 atm的氮气, 放电电极接以高压, 外壳接地。使用球隙作为高压开关, 可以是过压触发的被动形式或是加有外触发的自动触发球隙。为了研制小型化电源, 我们采用如图2的供电方式。它是通过一个振荡器产生0~100 Hz的可调振荡信号, 经放大后去控制可控硅的导通, 从而使电容对脉冲变压器原边形成脉冲充电, 在副边得到一个脉冲高压。

采用这一电路设计的优点是振荡信号可以直接控制激光重复频率, 在变化重复频率时不需要调节电压, 同时不会产生激光器的过压而造成损坏。另外它与直流高压供电不同, 在直流高压供电时, 激光输出能量随触发频率增加器件供电不足而迅速减小。采用脉冲高压供电, 由于每次供电能量基本相同, 因此激光脉冲输出能量不随频率的增加而减少。它的缺点是球隙被动触发, 其频率稳定性稍差, 频率大幅度变化时, 火花隙间距要稍作调整。

## 二、激光器件的调整

激光出射窗和反射镜安装在外壳上, 反射镜由三个螺钉调节, 将反射镜调整到与激光通道垂直(图3)。

激光器工作时放电电极的间距和夹角需要调

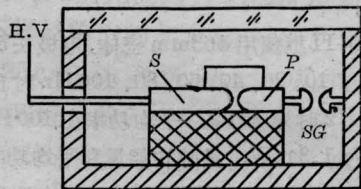


图1 结构原理图

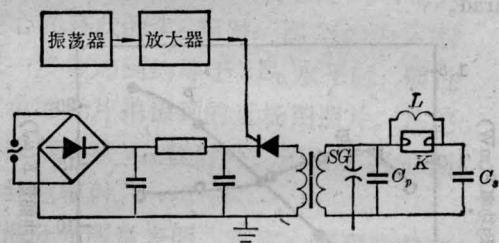


图2 电源原理图

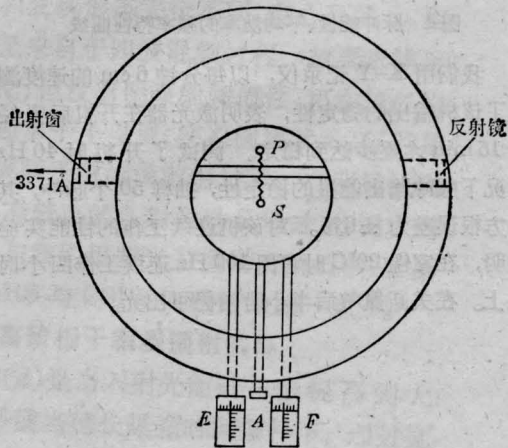


图3 调整示意图

整,如图所示可由螺杆 A 作平移,通过测微杆 E、F 可作旋转调整。如该端发生明显的弧光放电,说明其间距过窄,应作相反的调整。反复调整电极间距和夹角直至弧光放电减到最少为至。

### 三、研制结果

我们用上述结构的器件和电源,研制了两种大气压氮分子激光器。其中 QJDD-I 型使用  $\phi 42$  mm 瓷体,电极长 3.7 cm,测得 10 Hz 时脉冲能量  $13 \mu\text{J}$  (用美国 3230-335 能量计);重复率 1~50 Hz;用英国 154-178 功率计测得 50 Hz 时平均功率输出为 0.68 mW。

QJDD-II 型使用  $\phi 63$  mm 瓷体,电极长 5.8 cm,分别测量了 10、20、40、60、80、100 Hz 时的脉冲能量,100 Hz 时为  $13 \mu\text{J}$ ,平均功率在 100 Hz 时达到最大值为 1.3 mW,其脉冲能量和平均功率随频率变化的曲线如图 4。由图可见脉冲供电的特点是激光脉冲能量不随频率的增加而明显减小;平均功率则在重复频率最高时达到最大。激光光斑在出射窗处为  $1 \times 2$  mm,光束发散角(半角)为  $1.5 \times 3$  mrad。

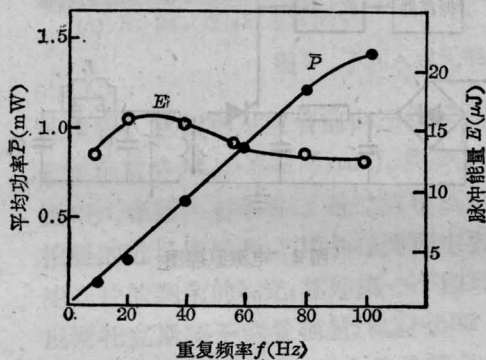


图 4 脉冲能量、平均功率的频率特性曲线

我们用 X-Y 记录仪,以每分钟 6 cm 的速度测试了该机输出的稳定性,表明激光器在开机后要经过 15 min 才逐步达到稳定。测试了开机时 40 Hz 情况下脉冲输出能量的稳定性,抽样 50 个脉冲,其均方根误差为  $\pm 6\%$ 。对该机连续工作的性能实验表明,在室温  $20^\circ\text{C}$  时可用 100 Hz 连续工作四小时以上。在关断氮气后半小时内仍可出光。

### 四、脉冲宽度

用 1000 M 示波器和 GD-40 同轴光电管光电探测系统测量激光脉宽。测量时首先用它接收锁模 YAG 激光器输出的 50 ps 的窄脉冲,由于这一探测系统的时间响应较慢,实际上测得其脉宽  $t_0 = 0.6$  ns。因为 50 ps 远远小于 0.6 ns,所以锁模激光的脉宽对这一探测系统固有的时间响应特性的影响可以忽略不计。再用这一探测系统接收 QJDD-I 型氮激光器的激光输出,测得波形如图 5。图中扫描速度 0.5 ns/格,幅度 1 V/格,可量得半宽度  $\tau = 0.85$  ns,用公式<sup>[3]</sup>

$$\tau = \sqrt{t_0^2 + t_N^2}$$

近似地算出  $N_2$  激光器的脉宽  $t_N \approx 0.6$  ns。

同样方法,可得到 QJDD-II 型氮激光器脉宽约为 0.8 ns。根据这一脉宽和该激光器在 20~40 Hz 工作时测得的脉冲能量为  $16 \mu\text{J}$ ,因此峰值功率为 20 kW。

本文脉宽承何锡钧同志测试,在此特表感谢。

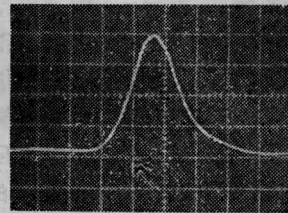


图 5 QJDD-I 激光波形照片

### 参考文献

- [1] H. E. B. Andersson, S. A. Borgström; *Opto-Electronics*, 1974, 6, No. 3, 225~234.
- [2] H. M. Von Bergmann; *J. of Physics E: Scientific Instruments*, 1977, 10, No. 12, 1210~1212.
- [3] 席德明等译;《毫微秒脉冲技术》,科学出版社,1965年11月第一版, p. 6.

(北京光电技术研究所 张育川 王怀铭  
饶德义 阎志斌 葛茜  
李钺 张一陆 解燕  
1984年9月22日收稿)