

# 不带气体循环系统的准分子激光器的重复率运转特性

袁才来 乐耀康 蒋宝财

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 报告一台不带气体循环系统的准分子激光器的重复率运转特性。得到了重复率5赫,单脉冲能量70毫焦耳,工作寿命 $10^5$ 次的结果。

## Operating characteristics of a repetitive excimer laser without gas cycling system

*Yuan Cailai, Le Yaokang, Jiang Baocai*

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** Operating characteristics of a repetitive excimer laser without gas cycling system are reported. 70 mJ per a pulse at the pulse repetition frequency of 5 Hz and a lifetime of  $10^5$  shots are obtained.

### 一、引言

重复率运转的准分子激光器一般都需要气体循环系统。不管是采用纵向或横向流动形式,其结构都比较复杂。这不仅使整个器件的体积增大,而且造价也相应增加。为此,研究不带气体循环系统的准分子激光器是有实际意义的。K. I. Fujii等<sup>[1]</sup>利用很多只炭针做电极,已成功地使器件运转在200赫、2瓦的水平。我们也研制了一台不带循环系统的快放电准分子激光器。器件工作重复率为5赫,充一次气可运转 $10^5$ 次(输出功率降至半功率点),器件重复率增加到10赫

时,输出能量为单次时输出能量的一半。我们还研究了添加附加气体时对器件寿命的影响,器件中添加1托 $H_2$ 气,器件寿命有较大的提高,与T. J. McKee<sup>[2]</sup>的结果相类似。

### 二、器件结构

采用平板电容布氏电路结构。我们把 $C_1$ 和 $C_2$ 电容重迭放置,整个器件的体积约为1米×1米×0.3米(不包括电源)。电容 $C_1=6.8$ 毫微法, $C_2=19$ 毫微法。放电筒是一只 $\phi 120$ 毫米、长1米的环氧筒,内径为84毫米,内壁涂保护层,可以耐卤素气体腐蚀。

收稿日期:1983年11月22日。

电极为一根宽 20 毫米、长 760 毫米的黄铜，外涂镍，其中一根的曲率半径为  $R10$  毫米，另一根为平面电极。预电离棒放在电极的一侧，这是由一根  $\phi 6.5 \times 800$  毫米的石英棒，外套 28 只镍筒组成，镍筒间距 1 毫米。

在电极上安装了散热片，器件在运转数小时后电极温度保持在  $50^\circ\text{C}$  以下。一对谐振腔直接装在环氧筒上，一块为平板全反介质膜，另一块为不镀膜的石英平板。

### 三、结果和讨论

#### 1. 激光能量与重复频率的关系

固定放电电压为 3 千伏，总气压为 3 大气压时，在不同气体比分时 (HCl 的量固定) 激光能量与重复频率的关系曲线如图 1。从图中看出，随着重复频率增加激光能量是减小的。在 10 赫时的能量约为 1 赫时的一半。产生这种情况的原因是由于放电加热气体引起放电区域的气体密度减少，而且随着重复率增加，放电的弧光也增加。气体比对于重复频率的影响也是很大的。从图中可见，当 HCl 和 Xe 的比小时， $E/E_0$  的变化速率较缓慢，其重复频率也可提高。这是由于放电均匀性得到改善，产生弧光较少。所以，只要有办法使器件放电均匀，不产生局部弧光，即使器件不带气体循环系统，也有可能

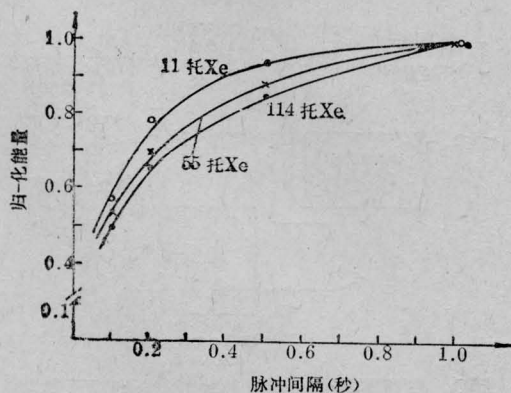


图 1 激光能量与重复频率的关系曲线  
混合气体组分: 固定 HCl 为 0.2%, 总气压为 3 大气压, 放电电压为 32 千伏

重复率运转。

#### 2. 添加辅助气体对激光寿命的影响

实验中使用的氣體纯度为: Ne > 99.99%, Xe > 99.99%,  $\text{H}_2$  > 99.99%, HCl 也经过专门的提纯处理。在工作气体中加入 1 托  $\text{H}_2$  气和不加  $\text{H}_2$  气时, 激光能量和运转寿命之间的关系见图 2。从图中可见, 不加  $\text{H}_2$  时, 激光功率衰减较快, 当接近  $3 \times 10^4$  个脉冲时, 输出功率降到初始值的一半。在新鲜混合气体中加入 1 托  $\text{H}_2$  气后, 激光能量的稳定性有较大的改善, 工作寿命也有很大改进, 运转  $10^5$  个脉冲后, 输出功率才降到初始值的一半, 比不加  $\text{H}_2$  时的寿命提高了 3 倍以上。加  $\text{H}_2$  能提高寿命的原因可能是  $\text{H}_2$  在放电时, 能与  $\text{Cl}_2$  反应还原成 HCl。

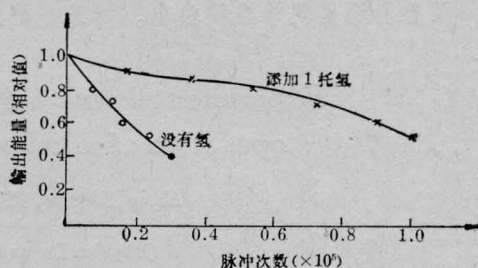


图 2 激光器运转寿命的关系曲线  
气体组分为: Xe:HCl:Ne=5%:0.2%:94.8%  
总气压 3 大气压, 放电电压 32 千伏

3. 当混合气体比分为 HCl/Xe/Ne = 0.2%/5%/94.8%, 总气压为 3 大气压, 并加入 1 托  $\text{H}_2$  气, 放电电压为 32 千伏时得到单脉冲能量为 105 毫焦耳。以重复率 5 赫运转时, 每个脉冲能量大于 70 毫焦耳, 平均功率 0.35 瓦, 每充一次气可以工作  $10^5$  次。当放电电压增加到 40 千伏时, 单脉冲输出能量为 160 毫焦耳。进一步增加放电电压, 输出能量会有较大提高, 但不利于重复率运转。

### 参 考 文 献

- [1] K. I. Fujii et al.; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1981, **QE-17**, 1315.
- [2] T. J. McKee et al.; *APL*, 1980, **36**, 943.