

循环流动 XeCl 准分子激光器

上官诚 窦爱荣 孙向东*

(中国科学院上海光机所)

提要: 本文报导循环流动 XeCl 准分子激光器, 每更换一次气体可连续工作 8 小时。重复频率 2 次/秒, 平均功率 80 毫瓦。

A close-cycled and flowing XeCl excimer laser

Shangguan Cheng, Dou Airong, Sun Xiangdong

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

Abstract: A close-cycled and flowing XeCl excimer laser is presented. It can be operated continuously for 8 hours with an average output power of 80 mW and a lifetime of $\sim 6 \times 10^4$ shots at 2 Hz on each gas replenishment.

引 言

稀有气体卤化物准分子激光器是光谱和光化学应用方面理想的紫外光源。但是广泛应用准分子激光器的最重大的障碍是每充一次气体的运转寿命不长, 这是因为卤素气体特别是 F_2 气腐蚀性非常强, 它们与激光器的器壁、电极和预电离板都要发生反应, 生成杂质。尤其是在脉冲放电的极端条件下, 很易生成各种杂质, 污染了激光气体混合物, 使寿命很快下降。国外通过几年的努力, 准分子激光器的运转寿命已提高到 $10^6 \sim 10^7$ 次/充一次气^[1~3]。我们采用闭合循环流动和气体净化装置来改善 XeCl 准分子激光器的寿命。

实 验 装 置

激光装置结构示意图如图 1 所示。激光放电室由内径 84 毫米的玻璃钢管做成, 内镀防卤素镀层, 长 940 毫米, 有效放电区域为

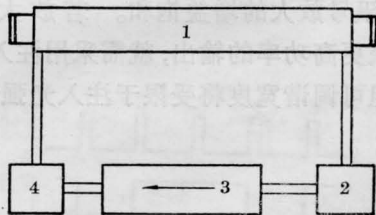


图 1 闭合循环流动准分子激光器装置方框图
1—准分子激光器; 2—循环泵; 3—贮气室;
4—气体净化器

收稿日期: 1983 年 2 月 1 日。

* 长春光机学院学生。

$80 \times 2.1 \times 0.5$ 厘米³。采用 LC 反转电路, 储能电容 $C_1 = 25$ 毫微法, 传输线电容 $C_2 = 12$ 毫微法。谐振腔由曲率半径为 5 米的全反射铝镜和平板输出镜 ($T = 76\%$) 组成。采用聚四氟乙烯薄膜循环泵, 实测流量 10 升/分, 与一般薄膜泵不同之处是我们采用了两个聚四氟乙烯薄膜单向活门从而能耐象 F_2 、 HCl 等强腐蚀性气体。贮气室是一个铝制圆筒, 体积为 5 升。净化器是一个陷阱, 用于除去放电中产生的杂质。

实验结果和讨论

1. 静态高压 $XeCl$ 激光, 在安装循环系统之前, 在文献 [4] 的装置上进行了较高气压下的 $XeCl$ 激光实验, 结果表示在图 2 上。所用激光混合气体为 0.2% HCl , 2.5% Xe , 97.3% Ne ; 总气压为 3 大气压。在主放电压为 51.5 千伏, 预电离电压为 21 千伏, 主放电和预电离之间的延迟时间为 0.6 微秒的条件下, 得到 410 毫焦耳的脉冲激光能量, 体能密度 ~ 5 焦耳/升, 总效率 $\sim 1\%$ 。从图中可以看出, 如果继续增加电压还能大幅度提高输出激光能量。

2. 重复频率循环流动 $XeCl$ 激光试验。在原有的准分子激光器上安装循环流动系统, 进行了比较试验。由于我们的循环泵不

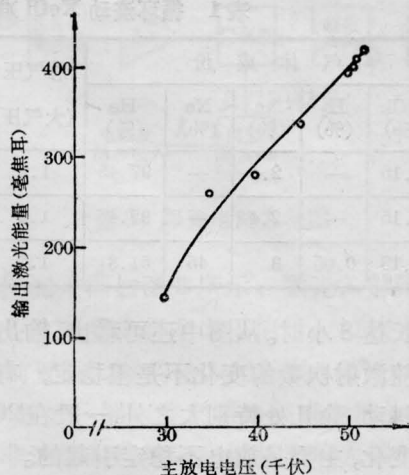


图 2 输出激光能量与主放电压的关系
气体组份: 0.2% HCl , 2.5% Xe , 97.3% Ne , 总
气压 3 大气压, 预电离电压 21 千伏

能耐较高的压力, 所以比较试验只能限在 1 大气压左右的条件下进行。图 3 是三个典型的比较试验结果。曲线 1 是静态试验结果, 曲线 2 是气体循环流动试验结果, 曲线 3 是除使气体循环流动外, 还采用了气体净化装置, 并在混合气体中加入了少量的氢气的结果。所选用的实验条件和所得结果列于表 1 中。

从图 3 和表 1 中可以看出循环流动加气体净化装置所得结果最好, 脉冲能量降低到初始值的一半的激射次数达 6×10^4 次, 较静态试验结果提高了将近一个数量级, 连续运

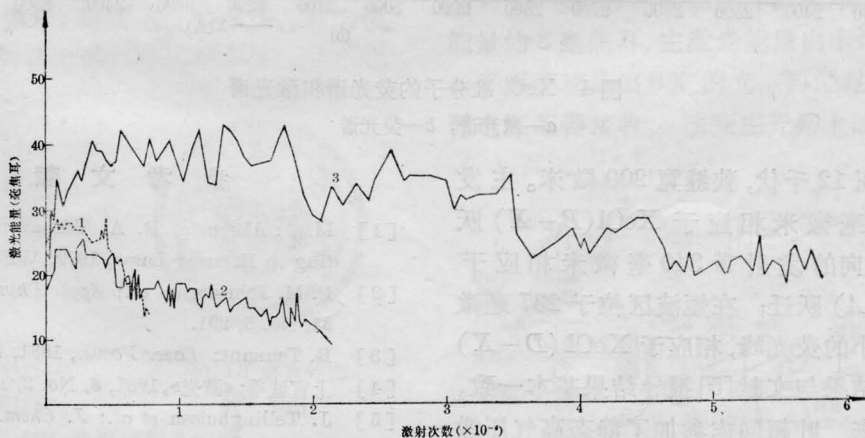


图 3 $XeCl$ 激光能量随着激射次数的变化关系
曲线 1—静态; 曲线 2—循环流动 曲线 3—循环流动和使用气体净化装置

表1 循环流动 XeCl 准分子激光器比较试验的参数和结果

曲线 序号	气体成份					总气压 (大气压)	主放电 电压(千伏)	预电离 电压(千伏)	重复 频率 (次/秒)	最大脉冲 能量(毫焦耳)	寿命(次/ 充一次气)
	HCl (%)	H ₂ (%)	Xe (%)	Ne (%)	He (%)						
1	0.15	—	2.4	—	97.45	1.2	30	12	2	28	7×10 ³
2	0.15	—	2.4	—	97.45	1.2	30	12	2	26	2×10 ⁴
3	0.15	0.05	3	45	51.8	1.2	30	12	2	40	~6×10 ⁴

转时间长达8小时。从图中还可看出,输出激光能量随激励次数的变化不是很稳定,有相当大的抖动。除几处特别大之外,一般在20%范围内变化,主要是放电不稳定引起的。

3. 光谱特性。用一米平面光栅摄谱仪拍摄了XeCl准分子的辐射谱,图4是它的荧光谱和激光谱,其中(a)是激光辐射二级谱的黑度曲线。摄谱条件:混合气体组成:0.07% H₂、0.18% HCl、2.2% Xe、50% Ne、

47.55% He,总气压~1.2大气压。主放电电压25千伏,预电离电压12千伏,延迟时间0.6微秒,光栅1200条/毫米,闪耀波长3000 Å,狭缝宽5微米。三个较高的峰相应于3079.2 Å、3081.3 Å和3081.7 Å激光线。

图4(b)是XeCl准分子荧光谱的黑度曲线。摄谱条件:气体成分0.07% H₂,0.18% HCl,2.2% Xe,50% Ne,47.55% He。总气压~1.2大气压,主放电电压<15千伏,

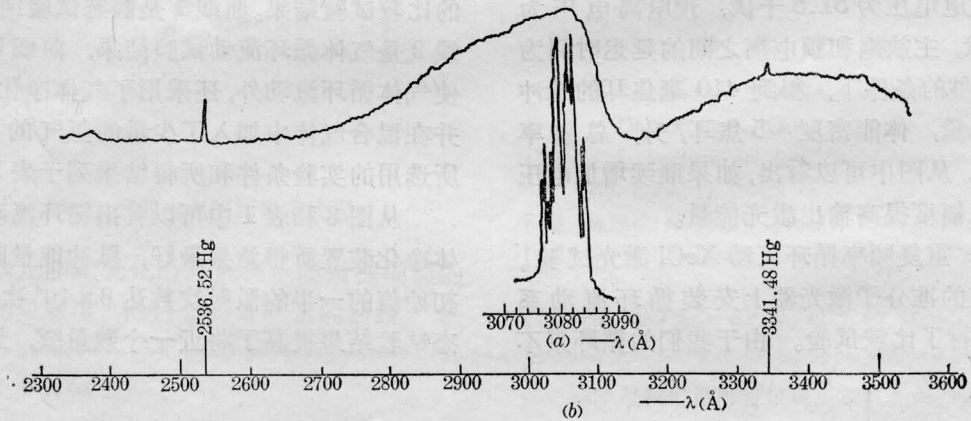


图4 XeCl 准分子的荧光谱和激光谱
a—激光谱, b—荧光谱

预电离电压12千伏,狭缝宽200微米。主发射带307毫微米相应于XeCl(B-X)跃迁;长波方向的发射带340毫微米相应于XeCl(C-A)跃迁;在短波区位于237毫微米有一个小的荧光峰,相应于XeCl(D-X)跃迁。此结果与文献[5]报导结果基本一致。

袁才来、叶超同志参加了静态高压激光试验;上海化工研究院的龚德生同志在循环泵方面给予很大帮助,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] M. A. Akerman, R. A. Tennant; Topical Meeting on Excimer Laser, 1979, WB3-1.
- [2] P. M. Johnson et al.; Appl. Phys. Lett., 1978, 32, No. 5, 291.
- [3] R. Tennant; Laser Focus., 1981, 17, No. 10, 65.
- [4] 上官诚等;《激光》,1981, 8, No. 2, 17.
- [5] J. Tellinghuisen et al.; J. Chem. Phys., 1976, 64, No. 6, 2484. J. E. Velazco et al; ibid, 1976, 65, No. 9, 3468. T. D. Preiling, D. W. Satsler; ibid, 1981, 75, No. 9, 4360.