

# 氟化氪(KrF)准分子激光器\*

陈建文 傅淑芬 刘妙宏 吴元福

(中国科学院上海光机所)

自从1975年 Velazco 和 Setser 提出稀有气体卤化物准分子激光器方案以来<sup>[1]</sup>, 在短短两年的时间里, 准分子激光器获得了极为迅速的发展, XeBr、XeF、KrF、ArF、XeCl、KrCl、ArCl 等稀有气体卤化物准分子激光器先后研制成功<sup>[2~14]</sup>, 而其中被公认为最有希望获得高能量、高功率、高效率的体系是 KrF。

与 XeF 相比, KrF 有更高的饱和能量密度, 因为它的感应辐射截面比 XeF 小一个量级( $10^{-17}$  厘米<sup>2</sup>), 而光子能量  $h\nu=5$  电子伏, 是 XeF 的 1.4 倍。所以饱和能量密度

$$I_s = h\nu/\sigma$$

约为 XeF 的 14 倍, 可在更高的输出功率和能量下保持高效率运转。

但另一方面, KrF 的小信号增益系数

$$g_0 = \sigma n$$

比 XeF 小一个量级, 为得到同样  $g_0$  要求的反转粒子数密度  $n$  必须比 XeF 大一个量级, 加之 KrF 的激发态寿命约为 XeF 的 1/3, 这就对泵浦提出了更高的要求。

激光振荡的阈值条件可表示为:

$$e^{g_0 L} = \delta$$

其中  $L$  为激活长度,  $\delta$  为单程损耗, 因此可用增加  $L$  的方法降低对反转的要求。

本实验采用 Blumlein 快放电路, 在 90 厘米的激活长度下获得了 KrF 的激光作用。实验装置如图 1 所示。

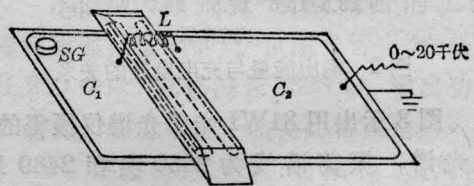


图 1 实验装置简图

SG—火花隙开关;  $C_1$ 、 $C_2$ —平板电容器;  
 $L$ —作开关用的小电感

放电室用环氧树脂—窗玻璃胶成, 一对黄铜电极间距 2 厘米, 阳极和阴极分别为  $R=3$  毫米和  $R=1.5$  毫米的圆柱面, 激活体积  $\sim 40$  厘米<sup>3</sup>。

平板电容由两层厚 0.05 毫米的铜箔中间夹 0.3 毫米厚的涤纶薄膜构成。测得  $C_1=10$  毫微法,  $C_2=24$  毫微法。高压直流电源 0~20 千伏可调, 最大储能 5 焦耳。

为降低电感, 在触发火花隙 SG 中充以高压  $N_2$  气, 以使火花隙间距减到最小。

选取适当比例的  $NF_3$  和 Kr 混合气体, 加 He 稀释。气压可调范围 0~760 托。

光学谐振腔由  $R=3$  米全反射铝镜和石英平板组成, 腔长 1.4 米。

在上述器件中成功地解决了成弧问题, 在没有任何预电离条件下得到均匀辉光放电。

输出能量随充电电压线性增加, 如图 2 所示。在本实验可达到的最高电压下, 未观

\* 收稿日期: 1978 年 4 月 26 日。

观察到饱和现象。在总气压为 650 托、充电电压为 20 千伏时获得最大能量输出 10 毫焦耳, 电效率 0.2%。

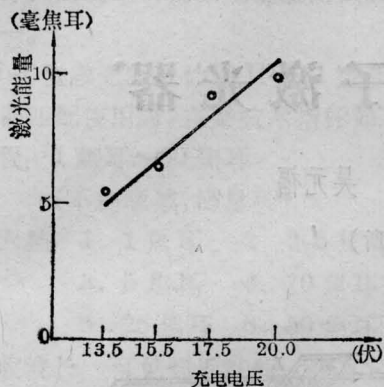
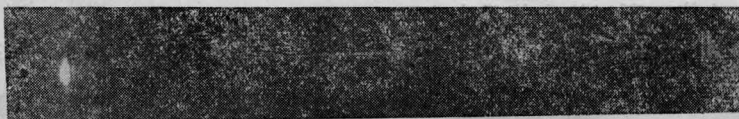


图 2 输出能量与充电电压的关系

图 3 示出用 31WI 光栅光谱仪摄得的激光光谱。振荡谱线为 2480 埃和 2489 埃, 2480 埃线较强。

KrF 激光器是迄今我国波长最短的激光器, 可望在同位素分离、光化学、全息照相、空间通讯以及激光核聚变等重大研究领域中获得应用。无疑, 它将作为一种紫外波段的强相干源成为促进许多科学技术发展的有力工具。



2480 埃 ↑ 2489 埃

图 3 KrF 激光光谱。三次曝光, 用 Hg 灯 3341 埃线定标

## 参 考 资 料

- [1] J. E. Velazco, D. W. Setser; *J. Chem. Phys.*, 1975, **62**, 1990.
- [2] S. K. Searles, G. A. Hart; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, 243.
- [3] J. J. Ewing, C. A. Brau; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, 350.
- [4] E. R. Ault, R. S. Bradford, Jr. et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, 413.
- [5] C. A. Brau, J. J. Ewing; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, 433.
- [6] J. A. Mangano, J. H. Jacob; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, 495.
- [7] R. Burnham, N. W. Harris et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **28**, 86.
- [8] C. P. Wang, H. Mirels et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **28**, 327.
- [9] D. G. Sutton, S. N. Suchard et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **28**, 522.
- [10] R. Burnham, F. X. Powell et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **29**, 30.
- [11] C. P. Wang; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **29**, 103.
- [12] J. R. Murray, H. T. Powell; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **29**, 254.
- [13] R. W. Waynant; *Appl. Phys. Lett.*, 1977, **30**, 234.
- [14] Н. Г. Васов, А. Н. Брунин и др.; *Квантовая электроника*, 1977, **4**, 1595.

(上接第 25 页)

能到达纤维出端。因此纤维的锥形入端相当于一个滤模器, 把较大投射角的光(相当于比较高阶的模)都滤去了, 使到达出端的光保持了较小的投射角。光线到达出端部时, 相当于从锥形纤维的小端入射, 每一次全反射后, 投射角都增大了  $2\alpha$  ( $2\alpha$ ——纤维出端的锥顶角), 多次全反射后可接近于出端锥顶角那样的发散度, 使出射光发散度大大减小, 出射光变得平直。因此, 光通过这种导光纤维的发散度与出端直径、形状和锥度有关。光学纤

维采用这种结构, 经我们多次试验表明, 出射激光的发散度可以达到 20 毫弧度左右。配上一个单透镜就能将激光聚焦到 1 毫米以下。这种锥形出端的结构, 出端面积增大, 减小了纤维出端面上承受的激光功率密度, 使纤维出端不易烧毁。在使用中出端被污染时, 这样的出端易于拭擦清洗。同时, 它也便于光学加工。

整个纤维长 1.0~1.7 米, 连外套管外径 6 毫米。根据需要使用, 最细可达 2 毫米。