

高压紫外预电离横向放电泵 XeCl 激光器*

陈建文 傅淑芬 刘妙宏
(中国科学院上海光学精密机械研究所)

目前,在稀有气体卤化物准分子激光器领域里,正掀起一股研究 XeCl 激光器的热潮^[1-6].这不仅因为 XeCl 具备准分子的一切特点:辐射波长处于紫外区,能量转换效率高,可调谐,能够高重复率运转,而且工作寿命长,所使用的氯化物品种多,因此,这种激光器具有很大的实用价值.它正在吸引着越来越多的研究者. Burnham 等^[7]和 Sze 等^[8]采用 HCl 作氯施主,总气压在三个大气压以上,能量转换效率达 1%. Northrop 研究和技术中心,在 1 升火花预电离装置上获得 180 毫焦耳输出.这些结果可以和 KrF 相媲美.

我们曾以 BCl_3 ^[9], CCl_4 和 CHCl_3 作为氯施主,在一个大气压以下,以电晕预电离方式,成功地获得了 XeCl 激光器的相干辐射.

本文报道的是高压紫外预电离横向放电泵 XeCl 激光器的实验结果.实验装置和等效电路分别示于图 1 和图 2.

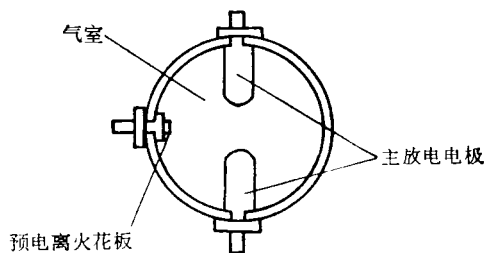


图 1 实验装置简图

一对黄铜电极长为 70 厘米,间距为 2 厘米,被安装在内径为 87 毫米的圆筒形气室内.光学谐振腔直接装在圆筒的两端,一端是 $R=3$ 米的全反射铝镜,一端是石英平板.主放电电路由平行平板电容器 $C_1 = 16 \times 10^{-9}$ 法拉,

物理

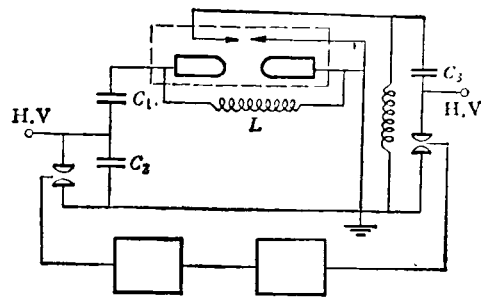


图 2 XeCl 激光器等效电路

$C_2 = 8 \times 10^{-9}$ 法拉及小电感 L 组成.预电离由 28 个火花隙构成,由一商品瓷介电容器 C_3 供电, $C_3 = 10 \times 10^{-9}$ 法拉.主放电和预电离由延时触发器控制,延时范围为 0—1 微秒可调.

当以气分比: $\text{HCl}:\text{Xe}:\text{He} = 0.2\%:5\%:94.8\%$ 充入两个大气压的混合气体时,主放电源用 20 千伏的电压,预电离用 18 千伏的电压,获得最大能量输出为 43 毫焦耳,体能量密度为 3 焦耳/升,总效率为 1.4%.若不加预电离,放电室内充满弧光,振荡熄灭.

这里要指出的是,以 CCl_4 作氯施主时,紫外预电离效果较差,这可能是由于多原子分子吸收紫外预电离光子,因而输出也明显低于以 HCl 作氯施主的相干辐射.

图 3 是用 31 W II 两米光栅光谱仪摄得的 XeCl 激光谱.无论在 $\text{CCl}_4:\text{Xe}:\text{He}$ 体系中,还是在 $\text{HCl}:\text{Xe}:\text{He}$ 混合体系中,辐射谱线与氯施主材料无关.实验表明,辐射谱线的数目取决于总气压.

* 1979 年 7 月 30 日收到.

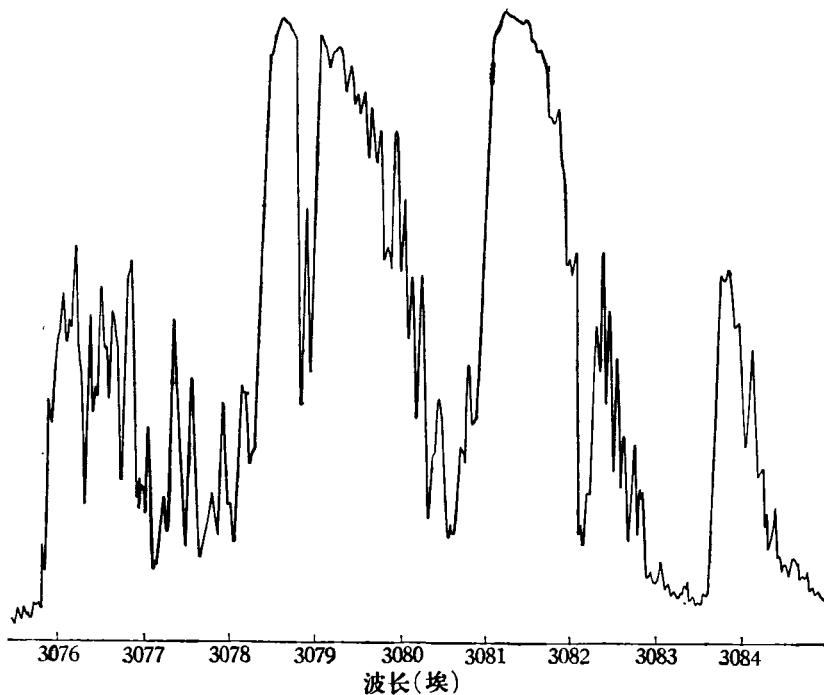


图 3(a) 总气压为 500 托时的 XeCl 激光谱

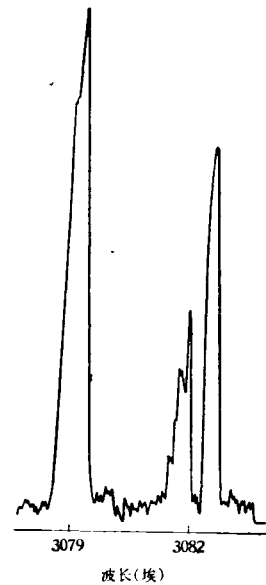
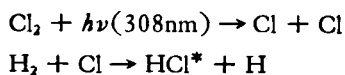


图 3(b) 总气压为两个大气压时的 XeCl 激光谱

总气压为 500 托时，有六个振动带同时受激辐射，谱线数目约 100 条左右；在两个大气压时，辐射谱只有三条。显然，这是由于气压增高，分子间碰撞次数增多，从而使激发态高振动带上粒子弛豫到低振动能级，以致高振动带对应的反转粒子数密度满足不了阈值条件，所以辐射谱线显著减少。

我们还观察了 XeCl 激光器的工作寿命，无论采用 HCl 或 CCl₄ 作氯施主，一次充气激射五千次，输出降低到初始值一半。而在同样装置上，XeF, KrF, KrCl 仅激射几百次，辐射便停止。这是 XeCl 激光器所特有的优点。这可能是由于在放电室内存在着 Cl₂ 和 H₂，并有下列反应：



尽管放电后 HCl 含量减少，但 XeCl 的 308 毫微米辐射对 Cl₂ 光离解截面相当大，使 Cl₂ 离解成为 Cl + Cl，保证在放电室内有一定浓度的 HCl，延长了激射寿命。

在上述装置上，我们以 HCl:Kr:He, NF₃:

Ar:He 混合气体，分别获得了 2221 埃的 KrCl 和 1933 埃的 ArF 激光输出。当充以 3 托的空气和两个大气压的 He 气时，还获得了 4278 埃的 N₂⁺ 激光输出。这些激光器的特性将另文发表。

参 考 文 献

- [1] V. N. Ishchenko et al., *Opt. Commun.*, **21**(1977), 30.
- [2] J. I. Levatter et al., *A. P. L.*, **32**(1978), 630.
- [3] L. F. Champagne, *A. P. L.*, **34**(1979), 315.
- [4] L. Burlamacchi, *A. P. L.*, **34**(1979), 33.
- [5] R. E. Rotho et al., *IEEE J. Q. E.*, **QE-15**(1979), 314.
- [6] R. Burnham, *Opt. Lett.*, **3**(1978), 215.
- [7] R. Burnham et al., *Opt. Commun.*, **24**(1978), 161.
- [8] R. C. Sze et al., *A. P. L.*, **33**(1978), 419.
- [9] 傅淑芬、陈建文等, *物理*, **7**(1978), 348.