

## 高同步双束 XeCl 准分子激光器的脉冲加宽

曹洪如 陈永荣 车明瑜 李昭临 赵震声 殷宝龙 胡雪金

(中国科学院安徽光机所)

**提要:** 我们利用一台新颖的双通道准分子激光器, 在两组主放电电容上分别连接两组 LC 脉冲形成线。两组电容器用一个公共火花隙控制对相应的通道放电。获得了脉冲宽度达 60 ns, 高同步(抖动时间  $\leq \pm 4$  ns)的 XeCl 准分子激光输出。每束激光的能量达 120 mJ。

### Expanding of pulse duration of two channel synchronous XeCl excimer laser

Cao Hongru, Chen Yongrong, Che Mingyu, Li Zhaolin, Zhao Zhensheng, Yin Baolong, Hu Xuejin

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Hefei)

**Abstract:** A novel two-channel discharge pumped excimer laser is reported. Two sets of LC pulse forming were line connected with the main discharge capacitors respectively and controlled by a common spark gap, discharged to their own channel. A pulse duration of 60 ns from XeCl excimer laser was obtained, which was operated at fine synchronism (jitter time  $\leq \pm 4$  ns). The energy of each laser beam was 120 mJ.

### 一、引言

准分子激光器的放电激励是一种雪崩放电式的激励<sup>[1]</sup>。在高负电性的准分子气体混合物中要维持均匀的放电激励, 除了需要适当的预电离外, 主放电还必须有极快的上升前沿; 另外, 由于准分子激光器上能级的寿命极短(通常  $< 10$  ns), 所以准分子激光器通常都是用低电感快放电型主放电回路。

我们利用一台结构新颖的双通道准分子激光器<sup>[2]</sup>, 在两组主放电电容上分别连接两组 LC 脉冲形成线。用一个公共火花隙控制对相应的通道放电, 从而获得了脉冲宽度

达 60 ns 高同步(抖动时间  $\leq \pm 4$  ns)XeCl 准分子激光输出。每束激光的能量达 120 mJ。

### 二、实验装置

实验装置电路如图 1 所示。为了保证上、下两个通道高同步运转, 激光器上、下两个通道的机械结构和电路连接保持高度对称。两对电极均为铝质 Rogowski 面型电极, 其长度为 60 cm, 极间距离 2.0 cm。器件结构的细节我们已另文给出<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 1986年1月13日; 修改稿收到日期: 1987年11月17日。

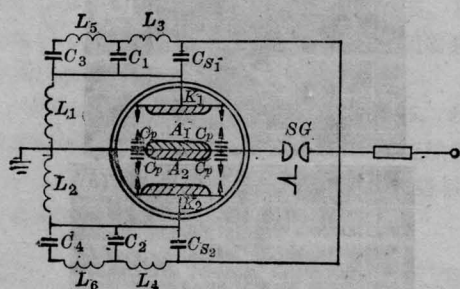


图1 实验装置电路图

$C_{s1}$  和  $C_{s2}$  均为  $24 \times 2700$  pf, 分别为上、下两个通道的主放电储能电容。通过一个通用的火花球隙 SG 接通阳极。每个通道的紫外光预电离源置于主放电电极的两侧, 分别由两排 24 对火花针产生。每对火花针接一个  $780$  pf 的电容器 ( $C_p$ )。  $L_1$ 、 $L_2$  分别为上、下两通道的高压放电扼流圈, 数值在几十  $\mu$ H 量级。  $L_3 \sim L_6$  分别为与上、下两通道主放电电容器相连接的电感, 电感值均为  $1 \mu$ H 量级。  $C_1$ 、 $C_2$  为并联的第一组电容器, 均为  $9 \times 2700$  ps。  $C_3$ 、 $C_4$  为并联的第二组电容器, 均为  $8 \times 2700$  pf。

上、下两个通道的光学谐振腔均采用近半共焦腔结构。全反射镜为曲率半径  $2$  m 的涂铝镜, 输出为石英腔片, 腔长为  $98$  cm。

### 三、实验结果和讨论

我们实验测量并比较了上、下两通道主放电电容  $C_{s1}$  和  $C_{s2}$  没有连接 LC 脉冲形成线 ( $L_3 \sim L_6$ ,  $C_1 \sim C_4$ ) 时与连接 LC 脉冲形成线的光脉冲波形 (示于图 2、3)。在没有 LC 脉冲形成线时, 光脉冲宽度均为  $8$  ns, 而当连接上第一组 LC 脉冲形成线 (即  $L_3$ 、 $C_1$  及  $L_4$ 、 $C_2$ ) 光脉冲波形展宽至  $40$  ns。当连接上第二组 LC 脉冲形成线时光脉冲波形展宽至  $60$  ns。

比较两组光脉冲波形, 我们发现光脉冲的上升前沿是相似的, 所不同的是光脉冲的尾部。这表明, 对光脉冲波形前沿起主要作用

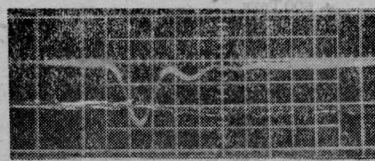


图2 没有连接 LC 脉冲形成线时的光脉冲波形  
时标  $10$  ns/div

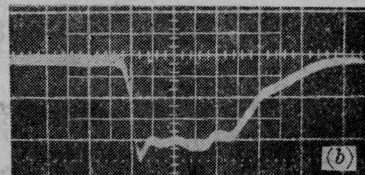


图3

(a) 连接一组 LC 脉冲形成线时光脉冲波形;

(b) 连接二组 LC 脉冲形成线时光脉冲波形。

时标:  $20$  ns/div

的是主放电电容  $C_{s1}$  和  $C_{s2}$ , 而电感-电容组的连接可以拉长放电激励的脉冲宽度, 从而达到拉长激光脉冲宽度的目的。如果我们继续连接上一组或几组电感-电容组, 可望获得更长的激光脉冲。用这种方法, 可以简单地改变电路参数而达到调谐激光脉冲宽度的目的。

实验中我们还研究了不同的气体组分和混合气体气压对光脉冲宽度及输出能量的影响。我们发现 HOI 的相对浓度对脉冲宽度的影响比较明显。随着 HOI 相对浓度的提高光脉冲宽度变窄。这可能是 HOI 对 XeOI 激光上能级有较高的猝灭速率<sup>[3]</sup> ( $\sim 1.4 \times 10^{-9}$  cm<sup>3</sup>/s) 的缘故。这与文献[3]的结果是相同的。图 4 示出了不同的气体组分在不同气压下输出能量与激励电压的关系。对于每一个不同的总气压, 我们只给出能量输出最高的一种气体配比下的曲线。气体配比为 Xe:HOI:Ar = 40:6:1094 时, 我们获得了光

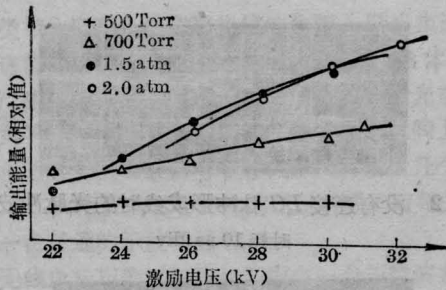


图4 不同气体组分在不同气压下输出能量与激励电压的关系

+—Xe:HCl:Ar=40:6:454;  
 △—Xe:HCl:Ar=40:6:654;  
 ●—Xe:HCl:Ar=40:6:1094;  
 ○—Xe:HCl:Ar=40:8:1472

脉冲宽度为 60 ns, 能量为 120 mJ 的激光输出。

采用文献[2]中图3所示的光路安置研究了两束长脉冲激光的高同步性能。上、下两个通道的两束激光输出, 其中之一直接射入强流二极管 D(GD-9), 另一束经过光路延迟后再射入同一只强流二极管。信号由存储示波器显示。因为光路延迟是固定不变的, 所以若上、下两通道的光脉冲理想同步, 那么前后两波形峰-峰之间的时间间隔  $T$  应该不变。我们测出峰-峰之间的时间间隔  $T$  的变化范围也就是光脉冲的抖动时间。在实验中我们连续测量五次光脉冲波形。其中最小时间间隔  $T_{\min} = 31.0$  ns(如图5(a)所示), 最大时间间隔  $T_{\max} = 38.5$  ns(如图5(b)所示)。而图5(c)是其中之一的测量结果,  $T = 33.0$  ns。我们计算得两束激光波形峰-峰之间时间间隔的最大变化范围

$$\Delta t = \pm \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} \approx \pm 4 \text{ ns}$$

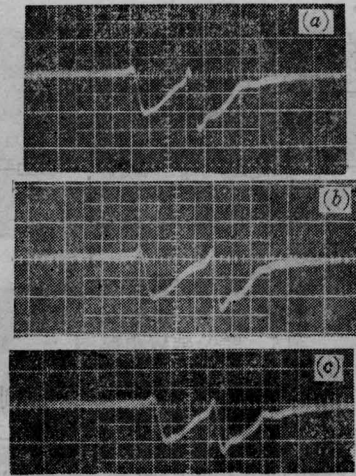


图5 显示双束长脉冲抖动时间的光脉冲波形  
 时标: 20 ns/div

所以两束激光的抖动时间  $\leq \pm 4$  ns。

#### 四、结束语

我们利用一台结构新颖的双通道准分子激光器研究了不同的电路参数及气体组分对输出激光脉冲宽度的影响, 获得了高度同步的双束准分子激光输出。这种结构简单、紧凑的高同步双束长脉冲准分子激光器可望在许多领域中得到应用。

#### 参 考 文 献

- 1 Brau Ch A. in "Excimer Lasere-1984", ed. Rhodes. C K. Berlin, Heidelberg, New York Tokyo: Springer-Verlag, 1984: 123.
- 2 胡雪金 *et al.* 中国激光, 1986; 13(5): 270
- 3 Taylor R S *et al.* *Appl. Phys. Lett.*, 1985.; 47(2): 81
- 4 曹洪如 *et al.* 光学学报, 1987; 7(5): 410
- 5 Finm T G *et al.* *Appl. Phys. Lett.*, 1980; 36(10): 789