

# 用腔内剪切脉冲的方法获得毫微秒脉冲系列

立群 崔俊文 郑玉霞 惠令凯

(中国科学院上海光机所)

## Nanosecond pulse trains obtained with the method of "pruning" the intracavity pulse

Li Qun Cui Junwen Zheng Yuxia Hui Lingkai

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

### Abstract

The method of selectively "pruning" the intracavity signal is employed to produce a clipped pulse inside the cavity. The cavity subsequently behaves as a regenerative oscillator through amplification of this clipped pulse. Nanosecond pulse trains have been obtained with this technique.

### 一、实验装置和原理

腔内剪切脉冲获得毫微秒脉冲系列的实验装置示于图 1。M<sub>1</sub>是全反射镜，M<sub>2</sub>是部分反射(R=70%)镜。G是工作物质，工作物质为钨玻璃棒φ12×240毫米，两端磨斜2°。D是偏振元件，采用格兰棱镜，它只能透射偏振为P<sub>1</sub>态的光。PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>是普克尔盒，PC<sub>1</sub>采用KDP晶体，退压工作；PC<sub>2</sub>采用KD\*P晶体，加压工作，加电压的时间τ<sub>v</sub>由PC<sub>2</sub>终端短路电缆严格确定。本实验τ<sub>v</sub>约6毫微秒。两块晶体都是圆柱形，环状电极。PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>退压和加压的开关都用光触发球隙。光触发球隙光源是通常的调Q激光器，球隙的上升时间大约为0.5毫微秒。两

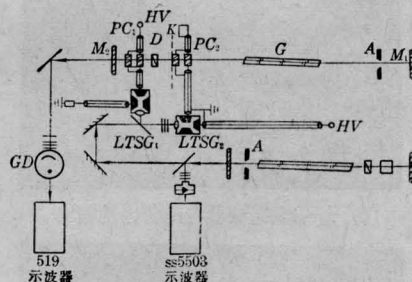


图 1 实验装置示意图

球隙之间击穿时间延迟τ<sub>a</sub>用光路延迟或用电缆延迟或改变两球隙前面的滤光片来实现，调节方便可靠。

为了解释腔内剪切脉冲获得毫微秒脉冲系列的基本原理，我们将振荡器分为两个部分，见图 1，M<sub>2</sub>到K为l<sub>2</sub>，光在l<sub>2</sub>中传播的

收稿日期：1979年4月24日。

时间  $\tau_2 = \frac{2l_2}{C}$ ,  $K$  到  $M_1$  为  $l_1$ , 光在  $l_1$  中传播的时间  $\tau_1 = \frac{2l_1}{C}$ 。先说明剪切, 再说明系列输出。若腔内只有普克尔盒  $PC_1$ , 就是一般常见的调  $Q$  振荡器。假定它输出脉冲的偏振态为  $P_1$ , 并且元件  $D$  只允许偏振态  $P_1$  通过。当  $PC_1$  打开之后经某时刻  $\tau_d$  延迟, 把半波电压加到  $PC_2$  上, 在  $PC_2$  加半波电压  $\tau_g$  时间内, 凡一次经过  $PC_2$  的光就从原来的  $P_1$  态转到  $P_0$  态, 处于  $P_0$  态的光从右向左通过棱镜  $D$  时, 便从格兰棱镜侧面跑掉。于是完成腔内信号的空间剪切。

切除的部分等于光在腔内  $\tau_g$  时间传播的光, 余下的部分有 30% 的光从前腔板输出到腔外, 有 70% 的光相当于一个注入的种籽脉冲在腔内再一次循环, 通过激光工作物质获得增益, 周而复始, 于是产生系列输出。循环过程是正反馈过程, 因此称这种振荡器为正反馈振荡器。系列脉冲是用腔内光偏振态反转技术得到的, 所以又称反转腔<sup>[1]</sup>。

系列的周期  $\tau_0$  取决于腔长  $l = l_1 + l_2$ 。系列中每个脉冲宽度可以用调整时间参数  $\tau_c$ 、 $\tau_1$  和  $\tau_g$  的关系严格确定。选择不同的参数时, 可有四种不同的剪切方式: (1) 当  $\tau_g \gg \tau_c$  时, 输出系列中每个脉冲的宽度是  $\tau_2$ 。(2) 当  $\tau_1 < \tau_g < \tau_c$  时, 每个脉冲的宽度是  $\tau_c - \tau_{g0}$ 。(3) 当  $\tau_2 < \tau_g < \tau_1$  时, 每个脉冲的宽度是  $\tau_1 - \tau_{g0}$ 。(4) 当  $\tau_g < \tau_2$  时, 得到两种宽度的两列脉冲。最后一种是不需要的。第(1)种由于腔内元件尺寸所限无法使  $\tau_2$  很小。我们感兴趣的是(2)和(3)两种情况。

## 二、实验结果和讨论

实验证实了这一新技术<sup>[1]</sup>是成功的。用图 1 的实验装置获得 3 毫微秒脉冲系列如图 2(b)。图 2(a)是 519 示波器在  $PC_2$  不加电压时调  $Q$  的激光照片。图 2(b)是有  $PC_2$  工作时的毫微秒激光脉冲系列, 周期  $\tau_0 = 12.6$

毫微秒, 每个脉宽(半最大宽度)为  $\tau_1 \sim \tau_g = 10.5 - 6 = 4.5$  毫微秒。实验还证明, 当  $\tau_c$  和  $\tau_g$  (或  $\tau_1$  和  $\tau_g$ ) 逐步接近时, 输出系列每个脉冲脉宽变窄的情况, 如图 3 所示, 改变  $M_1$  到  $K$  的距离, 使  $\tau_c = 8.5$  毫微秒, 则得到每个脉宽为  $\tau_c - \tau_g = 8.5 - 6 = 2.5$  毫微秒。应该指出, 脉宽变窄受球隙和  $PC_2$  上升时间的限制。如上一节所述, 实现剪切的时间  $\tau_d$  容易控制, 实验结果如图 4 所示。图 4 照片轨迹左边平滑部分是调  $Q$  脉冲, 左边第一个脉冲部分是剪出的种籽脉冲, 以后的脉冲是第一个脉冲的再生振荡。

这种技术可广泛用于钎玻璃激光器和激光泵浦染料激光器<sup>[2]</sup>、Nd:YAG 激光器、CO<sub>2</sub> 和化学激光器中。

用该技术, 同时在腔内加进饱和吸收体染料来压缩脉冲, 可以得到超短脉冲系列<sup>[1]</sup>。并有其独特性能: (1) 由于  $PC_2$  的关闭作用, 便可大大地遏制噪声, 提高对比度; (2) 由于

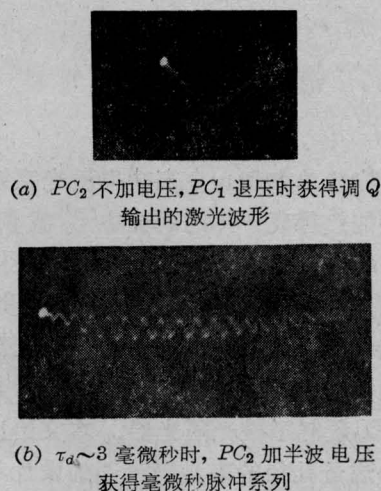
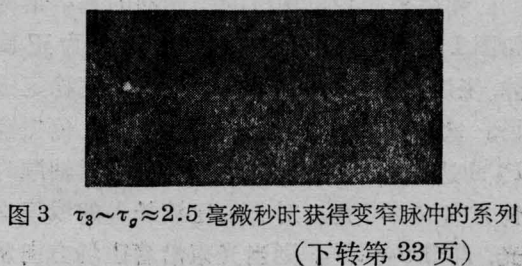


图 2



$l_{eff} = l_{正} - l_{反} = (1 - 2f_i)l$  称为有效通光长度, 其中  $f_i$  为反畴所占的百分比<sup>[4]</sup>。

由此可见, 不管是晶体生长过程中还是器件使用过程中产生的多畴, 都会使有效长度  $l_{eff}$  下降而使半波电压提高, 这对器件使用是不利的。我们实验上也得出这个结果, 见表 3。

从表 3 中可以看到光束通过多畴区, 由于有效长度  $l_{eff}$  的降低, 使半波电压高达 10 千伏以上, 而经单畴化处理以后, 半波电压下降很多, 而原来单畴区的半波电压经单畴化

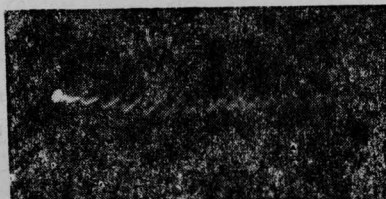
处理以后, 半波电压变化不大。

这里还有一点要提出的是由于溶质分布不均匀, 会使样品的电阻率不一致而使半波电压不一致<sup>[5]</sup>。

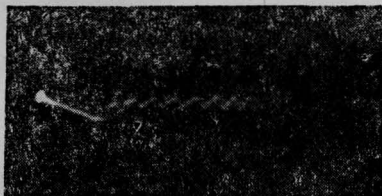
### 参 考 文 献

- [1] K. Sugibchi *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1968, **13**, No. 3, 107.
- [2] 谢希德等;《固体物理(下册)》, 237 页。
- [3] 兰斯别尔格著;《光学(下册)》, 535 页。
- [4] F. R. Nash *et al.*; *J. Appl. Phys.*, 1972, **43**, 1.
- [5] 《应用物理》, 1976, **45**, No. 12, 1112.

(上接第 35 页)



(a)  $\tau_d \sim 6$  毫微秒得到的调制输出



(b)  $\tau_d \sim 25$  毫微秒得到的调制输出



(c)  $\tau_d \sim 56$  毫微秒得到的调制输出

图 4

随机噪声的遏制作用, 将改善其稳定性, 因

此, 形成超短脉冲的过程不同于被动锁模; (3)由上节的描述可知, 它不需要象主动锁模中对腔长和调制频率的苛刻要求, 该技术容易同步; (4)减小卫星脉冲形成的几率, 比单纯的被动锁模减小腔内循环一周的周期和每个脉冲宽度之比。(5)调制后的脉冲幅度接近于调 Q 输出的脉冲幅度, 预示该技术可以得到较高的输出效率。

由此可见, 它将是一种新型的、稳定的超短脉冲技术。

本实验是根据 1978 年 11 月美国加利福尼亚大学沈元壤教授在北京物理所工作期间推荐的资料<sup>[1]</sup>, 并结合本实验室的现有条件做的, 对沈元壤教授的帮助和有益的指导表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] A Novel Technique for Generating Ultrashort Optical Pulses, Yung S. Liu. (尚未报导)
- [2] Nanosecond Pulse Generation from a Self-injected Laser-Pumped Dye Laser Using a Novel Cavity-Flipping Technique, Yung S. Liu, *Opt. Lett.* **3**, No. 5, 167(1978).